



**TUGAS AKHIR
(KP 1701)**

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS
PERENCANAAN PROTOTIPE KAPAL KERUK
YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN SINTETE
PEMANGKAT PONTIANAK**



RS Po
623.812 8
Mac
a-1
2003

OLEH :

SAIFUL MACHRUS

NRP. 4195 100 026

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2003

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	8-4-2003
Terima dari	H
No. Agenda Prp.	216894

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PROTOTYPE KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN SINTETE PEMANGKAT PONTIANAK

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana
pada :

**Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, Pebruari 2003

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. KOESTOWO SASTRO WIJONO

NIP. 130 687 430

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PROTOTIPE KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN SINTETE PEMANGKAT PONTIANAK

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada :

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Surabaya, 7 Pebruari 2003

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. KOESTOWO SASTRO WIJONO

NIP. 130 687 430



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Kampus ITS -Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 5994251-5 Pes. 1173 - 1176 5947254

SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR

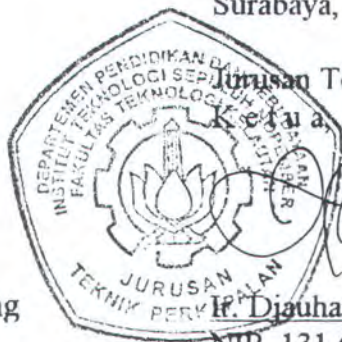
No. : 365 a/ K03.4.2/PP/2002

Nama Mahasiswa : Saiful Machrus
Nomor Pokok : 4195100026
Tanggal diberi tugas : 04 September 2002
Tanggal selesai tugas : 24 Januari 2003
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Koestowo Sastro Wiyono
2.

Uraian / judul tugas akhir yang diberikan :

**#ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PROTOTIPE KAPAL
KERUK YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN SINTETE PEMANGKAT#**

Surabaya, 12 September 2002



Jurusan Teknik Perkapalan

Ketua,

H. Djauhar Manfaat, MSc., Ph.D.

NIP. 131 651 444.

Tembusan :

1. Yth. Dekan FTK-ITS
2. Yth. Dosen Pembimbing
3. Arsip

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)

ABSTRACT

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING

Degree in Bachelor of Engineering (S1)

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS TO DESIGN DREDGER
PROTOTYPE WHICH IS SUITABLE FOR PORT OF SINTETE
PEMANGKAT PONTIANAK

By : Saiful Machrus
Supervisors : Ir. Koestowo Sastro Wiyono

Kapuas River, the way to Pontianak Harbour at least 15 mill from estuary to the harbour have deep ± 5 meter. Because of the shallowness effect has made by soft mud and sand, expecially in the estuary has made the water depth decreases. The shallowness effect will causing a problem for ship traffict to hang down. For preventing this problem, Dredging must be done continually every year to make sure the water depth of constant.

To make it real, it needs to consider the following factors to choose the dredger type, i.e. its dredging area geographical condition, the type of the dredged material (soft mud)l, and its minimum operational water depth (1,6 m). The reasonably type of the dredger obtained from technical analysis and computation is "plain suction dredger".

Except that, the economic calculation needed to score investment feasibilities. This methode using Net Present Value investment analysis method. From this NPV analysis, the result of calculation and analysis of economics indicate that payback periode of investment will return in short time if the dredger rented to the other side.

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

ABSTRAK

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Sarjana Teknik (S1)

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN PROTOTIPE
KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK PELABUHAN SINTETE
PEMANGKAT PONTIANAK

Oleh : Saiful Machrus
Dosen Pembimbing : Ir. Koestowo Sastro Wiyono

Sungai Kapuas yang merupakan pintu masuk ke Pelabuhan Pontianak sejauh 15 mil laut dari muara menuju pelabuhannya mempunyai kedalaman \pm 5 meter. Karena adanya pendangkalan yang diakibatkan oleh pengendapan lumpur halus dan pasir, terutama di daerah muara sungai, menyebabkan sarat air menjadi berkurang. Akibatnya proses keluar masuknya kapal dari dan menuju pelabuhan menjadi terganggu. Oleh karena itu proses pengerukan harus rutin dilaksanakan 1 tahun sekali, untuk menjaga kedalaman sarat air tetap.

Untuk memenuhi keinginan tersebut, maka perlu sekali dipikirkan adanya suatu kapal keruk yang sesuai dengan kondisi geografis daerah tersebut, jenis material yang akan dikeruk yaitu lumpur halus. Kapal keruk jenis suction dredger dengan dibantu dua bak lumpur, dipilih karena dianggap sesuai dengan jenis material keruk dan mempunyai keunggulan proses produksinya yang lebih cepat.

Selain itu perhitungan ekonomis diperlukan untuk menilai kelayakan investasi. Metode yang dipakai adalah Net Present Value (NPV). Dari hasil analisa diperoleh hasil bahwa dengan menyewakan kapal keruk ke pihak lain akan mempercepat kembalinya investasi.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah.....puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT, akhirnya dengan perjuangan yang sangat panjang saya dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Teknis Dan Ekonomis Perencanaan Prototipe Kapal Keruk Yang Sesuai Untuk Pelabuhan Sintete Pemangkat Pontianak”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, begitu banyak bantuan dan dorongan yang saya dapatkan baik materi, moral maupun spiritual, sehingga dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Djauhar Manfaat, MSc, PhD, selaku Kajur Teknik Perkapalan.
2. Bapak Ir. I.K.A.P. Utama, MSc, PhD, selaku Sekjur Teknik Perkapalan
3. Bapak Ir. Koestowo S.W, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingannya dan maafkan karena saya telah mengecewakan.
4. Bapak Ir. Setijopradyo. MSE, selaku Dosen Wali
5. Bapak Ismail dan Ibu Djuariyah, orang tua saya yang telah lama menantikan keberhasilan putranya dengan sabar dan memberikan dorongan semangat, bantuan materi, dan doa yang tak henti-hentinya buat saya.

6. Bapak Subchi (Alm) dan Ibu Mu'thamaroh, mertua saya atas segala doa dan semangat serta moril yang diberikan, juga Didik dan Hamim.
7. Istri saya tercinta, Diana yang penuh kesabaran, dorongan semangat, doa dan cintanya.
8. Mas Hery dan Mbak Isti serta keponakanku Tita dan Yasar, terima kasih supportnya.
9. Mas Eddy dan Mbak Ida serta keponakanku Sukma, Satya dan Icha, terima kasih juga supportnya
10. Adikku yang manis Umul yang banyak mendukung bantuan terutama materiil.
11. Teman-teman dan sahabat saya yang sangat baik Ali, Agus, Wahyu, Fajar yang telah kadang rela begadang membantu saya, tanpa kalian Tugas Akhir ini belum tentu selesai
12. Semua Teman-teman P-35 yang banyak memberi support dan bantuan yang tak terhingga di masa kuliah yang panjang, dan tidak bisa disebut satu persatu.
13. Teman – teman di MDI : Ari, Andi, Abah Maksun, Hadi dan Mas Dodot, terima kasih karena membantu saya menyelinap ke kampus sewaktu kerja.
14. Pakde Slimin dan Bude yang menampung saya selama survey di Pontianak, Andy W, Mas Arief P, terima kasih bantuan datanya.
15. Pak Jamaludin, Pak Wayan, terima kasih data dari Pelindo II Pontianak.
16. Serta semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pengerjaan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, saya terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan di masa datang. Akhir kata, saya berharap semoga buku Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 22 Januari 2003

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Notasi	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-3
1.3. Permasalahan Studi	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-3
1.5. Metodologi	I-4
BAB II. GAMBARAN UMUM PELABUHAN PONTIANAK	
2.1. Umum	II-1
2.2. Geografis Pelabuhan Pontianak	II-1
2.3. Keadaan Hidro Oseanografi	II-1
2.3.1. Pasang Surut	II-2
2.3.2. Arus	II-2
2.3.3. Curah Hujan	II-2
2.3.4. Suhu Udara	II-3
2.3.5. Angin	II-3

2.3.6. Kelembaban	II-4
2.3.7. Gelombang	II-4
2.3.8. Tekanan Udara	II-5
2.3.9. Penglihatan Mendatar	II-5
2.4. Fasilitas Pelabuhan	II-5
2.4.1. Tanah Daratan	II-6
2.4.2. Perairan	II-6
2.4.3. Tambatan (Tempat Sandar)	II-6
2.4.4. Kolam Pelabuhan	II-7
2.4.5. Terminal Penumpang	II-7
2.4.6. Fasilitas Bongkar Muat	II-7
2.4.7. Sarana Bantu Pandu	II-8
2.5. Alur Pelayaran	II-8
2.6. Kondisi Alur dan Kolam Pelabuhan	II-9

3.1.1. BAB III. Pengerukan dan Kapal Keruk

3.1. Sekilas Pengerukan	III-1
3.2. Tujuan Pengerukan	III-1
3.3. Material Yang Dikeruk	III-2
3.4. Jenis Jenis Kapal Keruk	III-2
3.4.1. Kapal Keruk Mekanis	III-3
3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis	III-9
3.4.3. Kapal Keruk Mekanis / Hidrolis (Gabungan)	III-16
3.5. Alat Bantu Pengerukan	III-21

3.6. Angkutan Sedimen	III-22
3.7. Pekerjaan pengerukan	III-25
3.7.1. Pekerjaan Pendahuluan	III-25
3.8. Sekilas Tentang Metode Optimisasi	III-29
BAB IV. ANALISIS TEKNIS	
4.1. Dasar Pemilihan Jenis Kapal Keruk	IV-1
4.2. Dumping	IV-7
4.2.1. Penentuan Dumping Area	IV-7
4.2.2. Penentuan Metode Dumping	IV-8
4.3. Penentuan Dimensi Kapal Keruk	IV-9
4.3.1. Pemeriksaan Kedalaman Dan Perhitungan Volume Pengerukan	IV-10
4.3.2. Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa Hisap	IV-12
4.4. Penentuan Ukuran Utama Kapal	IV-16
4.4.1. Design Variable	IV-17
4.4.2. Constraint	IV-18
4.4.3. Objective Function	IV-19
4.4.4. Hasil Optimisasi	IV-20
4.5. Penentuan Jumlah Crew	IV-21
4.6. Perencanaan Genset Utama	IV-22
4.7. Perencanaan Ruang Akomodasi	IV-28
4.8. Perhitungan Volume Ballast Air	IV-32
4.8.1. Perhitungan LWT	IV-32

4.8.2. Perhitungan DWT	IV-33
4.8.3. Perhitungan Displacement	IV-35
4.9. Analisa Sensitivitas Dari Hasil Optimisasi	IV-36
BAB V ANALISIS EKONOMIS	
5.1. Analisis Kelayakan Investasi	V-1
5.1.1. Estimasi Investasi	V-1
5.1.2. Estimasi Biaya Operasional Kapal	V-3
5.1.3. Estimasi Pemasukan dari Operasional Kapal	V-8
5.1.4. Perhitungan Pemasukan Baru	V-9
5.2. Analisa Hasil Evaluasi Investasi	V-21
5.3. Perhitungan Net Present Value	V-21
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	VI-1
6.1.1. Segi Teknis	VI-1
6.1.2. Segi ekonomis	VI-2
6.2. Saran	VI-2
LAMPIRAN A, Perhitungan Volume Keruk	
LAMPIRAN B, Perhitungan Optimisasi	
LAMPIRAN C, Data – data Kapal Pembanding	
LAMPIRAN D, Gambar Rencana Umum	
LAMPIRAN E, Perhitungan NPV	
LAMPIRAN F, Foto – Foto Waktu Survei Data	
LAMPIRAN G, Data Tambahan	

PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Alur Pelayaran	II – 9
Gambar 3.1.	Kapal Keruk Grab	III – 4
Gambar 3.2.	Kapal Keruk Backhoe	III – 6
Gambar 3.3.	Kapal Keruk Dipper	III – 7
Gambar 3.4.	Kapal Keruk Bucket Ladder	III – 8
Gambar 3.5.	Kapal Keruk Trailling Suction Hopper Dredger	III – 15
Gambar 3.6.	Kapal Keruk Water Injection	III – 16
Gambar 3.7.	Kapal Keruk Bucket Wheel	III – 17
Gambar 3.8.	Kapal Keruk Cutter Suction	III – 18
Gambar 4.1.	Kapal Keruk jenis Plain Suction Dredger	IV - 10
Gambar 4.2.	Grafik Head Tahanan Gesek	IV - 15
Gambar 5.1.	Hasil Perhitungan NPV 3 Proyek	V – 23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Klimatologi Bulanan Pelabuhan Pontianak	II - 3
Tabel 2.2.	Data Kecepatan dan Arah Angin di Pontianak	II - 4
Tabel 4.1.	Jenis tanah untuk pemilihan jenis kapal keruk	IV - 2
Tabel 4.2.	Karakteristik kapal keruk	IV - 4
Tabel 5.1.	Persentase Biaya Produksi Kapal Keruk	V - 2
Tabel 5.2.	Penerimaan dan Pengeluaran per tahun	V - 21



DAFTAR NOTASI

- PW : Present worth
- I : Suku bunga bank
- R : Pemasukan dalam satu tahun
- j : 1,2,3... ,N
- (Ro) : penerimaan awal tahun operasi
- (w) : Faktor pengurangan karena teknologi usang
- (x) : Faktor pengurangan karena kondisi kapal
- (Yo) : Biaya operasi awal
- (y) : Faktor pengurangan karena pengaruh inflasi
- (z) : Faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan
- (v) : Faktor pengurangan karena *future freight rate*
- (A) : Pendapatan sebelum kena pajak tiap tahun
- (i) : Tingkat suku bunga tiap tahun
- (PW) : Faktor nilai saat ini untuk pembayaran tunggal
- (DCF) : Discount Cash Flow
- (NPV) : Net Present Value .



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia yang berbentuk kepulauan dengan daerah yang sangat luas dirasakan akan kebutuhan suatu sistem transportasi yang aman, cepat, tepat, tertib, teratur dan terjangkau masyarakat banyak serta nyaman bagi transportasi penumpang. Sistem transportasi yang dapat diandalkan dalam hal transportasi massal yaitu transportasi laut.

Sistem transportasi laut ini memerlukan sarana yaitu kapal – kapal laut, prasarana dan fasilitas pelabuhan untuk berlabuh, merapatnya kapal, bongkar muat barang dan turun naiknya penumpang.

Salah satu usaha pemerintah didalam peningkatan prasarana dan fasilitas pelabuhan, yaitu pekerjaan pengerukan alur dan kolam pelabuhan. Pekerjaan pengerukan yang dilakukan pada saat pembangunan pelabuhan, yaitu dalam melaksanakan pembuatan kolam pelabuhan, perataan dasar suatu pemecah gelombang dan sebagainya disebut *Capital Dredging*.

Pekerjaan ini juga meliputi pembuatan alur pelayaran dan kanal, agar dapat dilayari (navigable) kapal – kapal. Sedangkan pekerjaan untuk perawatan dan pemeliharaan alur pelayaran dan kolam pelabuhan disebut *Maintenance Dredging*. Ini dilakukan karena terjadi pendangkalan akibat adanya pengendapan lumpur yang berasal dari 2 arah yaitu : dari arah laut terbuka dan dari daratan

yang melalui sungai disekitar pelabuhan. Sedang pendangkalan lainnya adalah adanya karang tumbuh disekitar alur pelabuhan. Pekerjaan perawatan tersebut untuk membuat perairan pelabuhan tetap dalam, sehingga dapat dengan aman dimasuki dan dilewati oleh kapal – kapal yang berukuran lebih besar.

Tingkat pengendapan lumpur di beberapa pelabuhan tercatat cukup tinggi, dimana untuk pengerukan diperlukan dana yang cukup besar. Pekerjaan pengerukan biasanya dilakukan dengan kapal keruk yang disesuaikan dengan kondisi alam sekitar pelabuhan itu sendiri serta peralatan penunjang lainnya.

Pelabuhan Pontianak sebagai pintu gerbang perekonomian Kota Pontianak yang terletak di tepi sungai Kapuas merupakan pelabuhan yang mempunyai peranan penting dalam menangani arus lalu lintas barang dan penumpang yang mempergunakan transportasi laut.

Tingkat pengendapan sedimen yang terjadi pada alur Sungai Kapuas di pelabuhan Pontianak sangat tinggi, sehingga usaha pengerukan alur sungai mutlak dilakukan agar kedalaman alur pelayaran dapat dipertahankan sesuai dengan syarat kedalaman yang tidak membahayakan lalu lintas kapal. Menurut data yang diperoleh dari PT Persero Pengerukan Indonesia, untuk pelabuhan Pontianak setiap tahun memerlukan pengerukan pada alur pelayaran sungai diatas $\pm 1,5$ juta m^3 .

Biaya yang dikeluarkan untuk pengerukan alur pelayaran cukup besar, sehingga diperlukan adanya suatu cara dalam mengoptimasi pekerjaan pengerukan yang sesuai, serta survey kedalaman (*sounding*) yang tepat, agar

didapat volume pengerukan yang lebih kecil, sehingga biaya yang dikeluarkan dapat ditekan sekecil mungkin.

1.2. Tujuan Penulisan

Tujuan utama penulisan Tugas Akhir ini adalah memberikan gambaran tentang kondisi geografis pelabuhan serta pemilihan sarana pengerukan yang sesuai untuk alur Pelabuhan Pontianak yang ada di daerah aliran sungai Kapuas.

1.3. Permasalahan Studi

Masalah yang akan dibahas diperinci sebagai berikut:

- a. Kedalaman alur sungai yang dibutuhkan.
- b. Volume pengerukan.
- c. Lokasi pembuangan material keruk.
- d. Jenis kapal keruk yang sesuai.
- e. Fasilitas bantu yang diperlukan dalam proses pengerukan tersebut.
- f. Penentuan dimensi optimal kapal keruk dan peralatan bantunya.
- g. Biaya investasi awal dan operasionalnya.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan nantinya ada beberapa batasan , yakni :

- a. Didalam perhitungan daerah yang akan dikeruk adalah alur sungai Kapuas yang ada disekitar Pelabuhan Pontianak, termasuk muaranya.
- b. Peninjauan teknis dititik beratkan pada pemilihan dan perhitungan estimasi dimensi kapal keruk dan bagaimana rencana umumnya.

- c. Peninjauan ekonomisnya dititik beratkan pada biaya bangunan baru dan biaya operasionalnya serta bagaimana perhitungan NPV sehingga dapat diketahui kapan Break Event Point (BEP) dan umur kapal.
- d. Tidak membahas stabilitas, konstruksi dan kekuatan memanjang kapal keruk.
- e. Semua elemen biaya mengacu pada kebijaksanaan saat ini.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang dipakai dari buku (teoritis) dan juga dari pengalaman penulis di lapangan. Studi yang pernah dilakukan dipakai sebagai referensi dalam menentukan alternatif pemecahan masalah yang terjadi . Data – data untuk kepentingan studi , diambil dari pihak Pemerintah Provinsi Kalbar, PT. Pelindo II Jakarta dan cabang Pontianak, PT. Rukindo, serta data sekunder dari pihak/instansi lainyang terkait.



BAB II

GAMBARAN UMUM

PELABUHAN PONTIANAK

BAB II

KONDISI GEOGRAFIS PELABUHAN PONTIANAK

2.1. Umum

Pelabuhan Pontianak terletak di tepi sungai Kapuas di Kota Pontianak, ibukota Propinsi Kalimantan Barat dan berkembang menjadi pelabuhan sungai terpenting di Pulau Kalimantan. Pelabuhan tersebut terletak kira – kira sejauh 15 mil laut dari muara Sungai Kapuas.

Keadaan daerah sungai sekitar pelabuhan Pontianak landai, dasar sungainya adalah lumpur pasir. Kolam pelabuhan Pontianak terletak di Sungai Kapuas Kecil terlindung oleh gelombang, angin arus maupun terlindung dari lalu lintas umum yang ada disekitarnya.

2.2. Geografis Pelabuhan Pontianak

Pelabuhan Pontianak terletak pada posisi $00^{\circ} 01'$ lintang selatan dan $109^{\circ} 20'$ bujur timur.

2.3. Keadaan Hidro Oseanografi

Pantai sekitar pelabuhan Pontianak landai, alur masuk ke pelabuhan ada 2 bagian yaitu melalui sungai Padang Tikar dan Sungai Kapuas Kecil. Kedalaman terkecil melalui alur sungai Kapuas Kecil 5 meter dan ditandai dengan pelampung dan rambu.

2.3.1. Pasang Surut

Pasang surut terjadi karena adanya gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi. Di Pelabuhan Pontianak data pasang surut diperoleh dari alat pencatat otomatis “ Water Level Recorder “. Dari hasil pencatatan pergerakan pasang surut selama 15 hari terus menerus atau 29 hari terus menerus, dapat diketahui posisi muka air tertinggi dan terendah. Tinggi air rata – rata pada pasang purnama 128 cm dan pada pasang mati 24 cm

2.3.2. Arus

Arus adalah perpindahan air horizontal yang disebabkan oleh dua aspek, yaitu angin dan gerakan pasang surut. Pada arus pasang surut seluruh lapisan air dari permukaan sampai dalam air akan bergerak, sedangkan arus oleh angin hanya menyebabkan pergerakan sampai kedalaman tertentu.

Posisi sation arus $00^{\circ} 03' 33''$ U, $109^{\circ} 10' 00''$ T. Kecepatan maksimum arus tercatat 2,5 knots dari arah 285° pada saat arus surut. Sedangkan pada saat pasang 0,6 knots dengan arah 110° . Arus pasang surut tercatat 1,5 knots dengan arah rata – rata 290° pada saat air surut dan 110° pada saat air pasang.

2.3.3. Curah Hujan

Rata – rata hujan bulanan di Pontianak relatif tinggi sepanjang tahun dengan curah hujan rata – rata tertinggi 312 mm dan terendah 202 mm. Dapat dikatakan hujan turun hampir sepanjang tahun.

Dalam satu tahun dua kali hujan bulanan maksimum dan dua kali hujan bulanan minimum. Bulan dengan hujan maksimum adalah November dan Mei, sedangkan bulan musim kering adalah Februari dan Agustus.

Klimatologi Bulanan Pelabuhan Pontianak

Bulan	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (Hari)	Suhu Udara Max (C°)	Suhu Udara Min (C°)
Januari	61,8	34,2	27,7	25,2
Februari	187,9	17,0	29,7	22,9
Maret	42,2	13,0	33,2	21,5
April	74,3	32,2	34,0	26,3
Mei	108,2	10,0	35,0	22,6
Juni	221,1	18,0	33,4	22,3
Juli	42,7	9,0	34,8	23,0
Agustus	178,0	16,0	33,8	22,6
September	783,5	25,0	33,3	21,9
Oktober	204,5	19,0	33,6	21,8
November	466,3	24,0	32,7	20,0
Desember	43,8	115,6	30,0	25,5

Sumber : Stasiun Meteorologi Pontianak

Tabel 2.1. Klimatologi Bulanan Pelabuhan Pontianak

2.3.4. Suhu Udara

Suhu udara maksimum berkisar antara 26,5° C s/d 35,6° C

Suhu udara minimum berkisar antara 21,2° C s/d 24,4° C

Suhu udara rata – rata antara 24,1° C s/d 28,8° C

2.3.5. Angin

Data Kecepatan dan Arah Angin Tahun 2001

Bulan	Kecepatan Angin Maksimum (Km / Jam)	Arah
Januari	1,6	Utara
Februari	22,9	Barat Laut
Maret	11,0	Utara
April	54,0	Timur
Mei	14,4	Barat
Juni	14,4	Barat
Juli	54,0	Timur
Agustus	21,6	Utara
September	18,0	Utara
Oktober	14,4	Selatan
November	14,4	Barat
Desember	14,4	Barat

Sumber : Stasiun Meteorologi Maritim Pontanak]

Tabel 2.2. Data Kecepatan dan Arah Angin di Pontianak

2.3.6. Kelembaban

Kelembaban udara berkisar antara 81% sampai dengan 98%

2.3.7. Gelombang

Gelombang merupakan faktor penting dalam pengerukan alur pelayaran. Dari informasi yang ada terdapat 80% dari tinggi gelombang air dikawasan ini kurang dari 1 meter.

Bulan dengan gelombang rendah adalah April, Oktober dan November. Selama bulan tersebut persentase tinggi gelombang lebih dari 1 meter adalah menunjukkan 7 – 8%. Dalam periode Desember hingga Februari dan periode Mei hingga Agustus terjadi gelombang lebih tinggi dari 1 meter tercatat 17% s/d 21%

2.3.8. Tekanan Udara

Tekanan udara pada pagi hari berkisar antara 1010 Mb s/d 1013 Mb

Tekanan udara pada siang hari berkisar antara 1006 Mb s/d 1009 Mb

Tekanan udara pada malam hari berkisar antara 1011 Mb s/d 1014 Mb

2.3.8. Penglihatan Mendatar

Penglihatan mendatar umumnya lebih dari 10.000 m. Pada bulan Februari, Agustus dan September penglihatan mendatar hanya 100 s/d 200 m disebabkan karena terjadi asap. Apabila terjadi hujan lebat pada bulan November, Desember dan Januari kadang – kadang penglihatan mendatar bisa dibawah 1000 meter.

2.4. FASILITAS PELABUHAN

- Pelabuhan Pontianak merupakan type pelabuhan laut kelas 2 yang diusahakan
- Keterangan yang perlu mengenai waktu yang tepat untuk memasuki pelabuhan : pada waktu di muara sungai Kubu dan Kapuas Kecil sedang pasang tertinggi
- Ukuran maksimal kapal yang dapat masuk pelabuhan

Panjang : 200 m

Sarat : 7 m



2.4.1. Tanah Daratan (Asset)

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 3. Pelabuhan Pontianak 01 s/d 07 | : 96.789 m ² |
| 4. ASPALINDO | : 5.000 m ² |
| 5. Nipah Kuning | : 26.855 m ² |

2.4.2. Perairan

- Perairan Pontianak : 380 Ha

2.4.3. Tambatan (Tempat Sandar)

Merupakan terminal modern yang digunakan untuk beberapa keperluan, misalnya dermaga untuk kapal general cargo, fasilitas bongkar muat untuk peti kemas, fasilitas bongkar muat, dan terminal penumpang. Mulai beroperasi sejak 1965, disediakan untuk melayani kapal antar pulau, kapal pelayaran samudera, kapal penumpang.

- Dermaga Umum (Beton), Pontianak 03

Panjang	: 117 m
Lebar	: 10 m
Kedalaman	: 5 m LWS
- Dermaga Kayu, Pontianak 02 dan 01

Panjang	: 280 m
Lebar	: 7 m
Kedalaman	: 2.5 m LWS
- Dermaga Kecil (Kayu)

Panjang	: 165 m
---------	---------

Lebar	: 10 m
Kedalaman	: 1.5 m LWS

2.4.4. Kolam Pelabuhan

- Pontianak : 34,80 Ha
- Nipah Kuning : 10,20 Ha

2.4.5. Terminal penumpang

- Luas Gedung : 2.000 m²
- Kapasitas : 2000 orang
- Lapangan Parkir : 3.667 m²
- Kapasitas : 100 mobil dan 300 motor

2.4.6. Fasilitas bongkar muat peti kemas

- Mobile Crane (25 ton) : 2 unit
1 unit 25 ton dan 1 unit 50 ton
- Forklift (2 – 7 ton) : 12 unit
2 unit @ 5 ton, 4 unit @ 3 ton, 6 unit @ 2 ton
- Container Crane @ 30,5 ton : 1 unit,
- Top Loader @ 40 ton : 3 unit
- Side Loader @ 15 ton : 3 unit
- Truk Trailer @ 40 ton : 8 unit
- Chassis @ 40 ton : 6 unit

2.4.7. Sarana Bantu Pandu

- KT. Selat Lombok @ 1.740 HP : 1 unit
- Motor Pandu : 3 unit
1 unit 350 HP, 1 unit 370 HP, 1 unit 165 HP
- Mooring Boat @ 125 HP : 1 unit

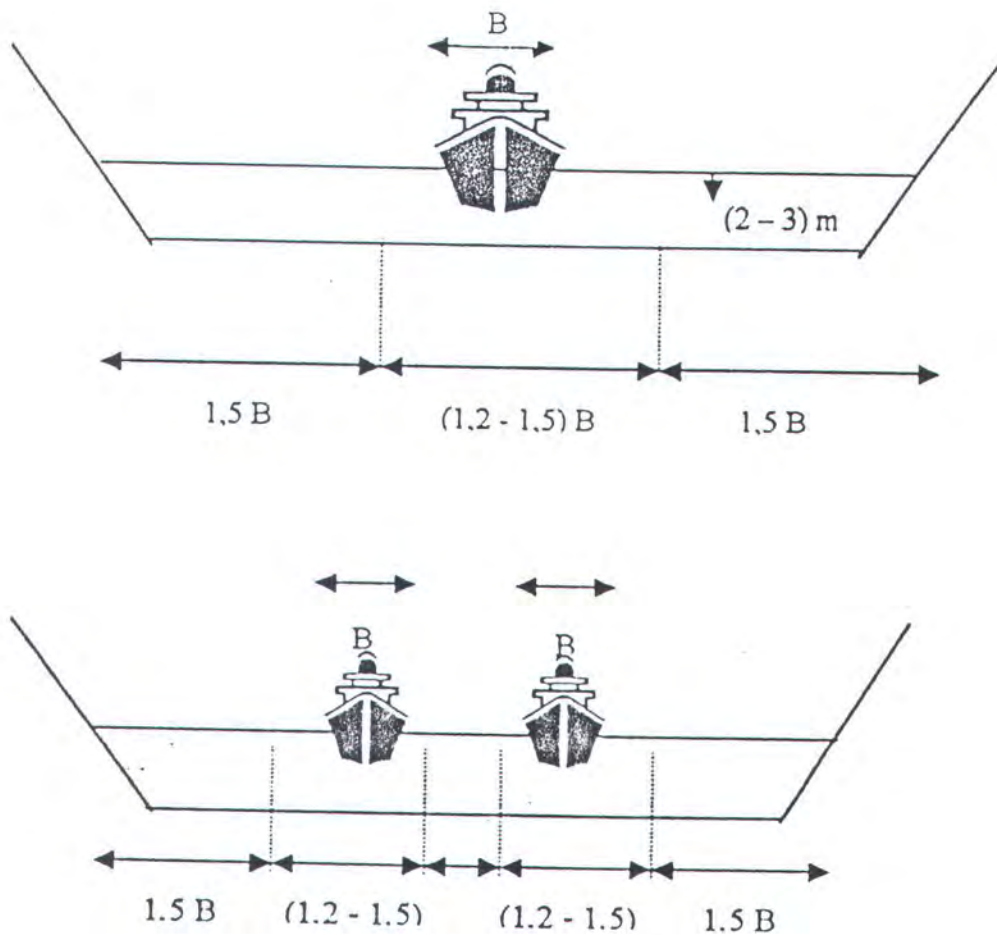
2.5. ALUR PELAYARAN

Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke kolam pelabuhan. Alur pelayaran dan kolam pelabuhan harus cukup tenang terhadap pengaruh gelombang gelombang dan arus. Dalam perjalanan masuk ke pelabuhan melalui alur pelayaran, kapal mengurangi kecepatan sampai kemudian berhenti di dermaga.

Ukuran alur pelayaran ditentukan oleh :

- Besar kapal yang akan dilayani (panjang, lebar, draft)
- Jalur lalu lintas
- Bentuk lengkung alur, berkaitan dengan jari – jari alur
- Besarnya tempat putar kapal
- Arah angin, arah arus dan gerakan rambatan gelombang
- Stabilitas pemecah gelombang

Bila lebar kapal = B, maka lebar jalur lalu lintas = 1,2 – 1,5 B, dan jalur pengaman adalah 1,5 B.



Gambar 2.1. Alur Pelayaran

Alur pelayaran ini ditandai dengan alat bantu pelayaran, berupa pelampung dan lampu – lampu. Pada umumnya daerah – daerah tersebut mempunyai kedalaman yang kecil sehingga diperlukan pergerakan untuk mendapatkan kedalaman yang diperlukan.

Pada waktu kapal akan masuk ke pelabuhan, kapal tersebut melalui alur pendekatan. Di sini kapal diarahkan untuk bergerak menuju alur masuk dengan menggunakan pelampung pengarah (rambu pelayaran). Pada ujung akhir alur masuk terdapat kolam putar yang berfungsi untuk mengubah arah kapal yang akan merapat di dermaga. Panjang alur pelayaran tergantung pada kedalaman dasar sungai dan kedalaman alur yang diperlukan. dilaut / di pantai yang dangkal diperlukan alur pelayaran yang panjang, sementara di pantai yang dalam (kemiringan besar) diperlukan alur yang lebih pendek.

2.6. Kondisi Alur dan Kolam Pelabuhan

Pelabuhan Pontianak terletak di Sungai Kapuas dimana terdapat banyak sungai – sungai besar dan kecil bermuara. Sungai – sungai tersebut mengalir dari hulu ke hilir dengan membawa endapan lumpur hasil erosi tanah dan sampah hasil kegiatan penduduk serta industri yang ada di sepanjang sungai tersebut. Endapan lumpur tersebut akan terbawa oleh arus dan sebagian akan mengendap di sekitar lokasi pelabuhan Pontianak. Karena adanya arus pasang surut maka sebagian dari endapan tersebut akan masuk dan mengendap pada alur dan kolam pelabuhan Pontianak.

Adanya mekanisme dari pengendapan lumpur yang terjadi pada alur dan kolam pelabuhan Pontianak terdiri atas beberapa faktor antara lain :

- a. Adanya bahan – bahan material tanah yang menumpuk pada dasar sungai yang dangkal, sehingga dengan adanya arus pasang surut dapat terbawa sampai ke alur dan kolam pelabuhan

- b. Sebagian dari bahan – bahan material tanah tersebut mengalami proses sedimentasi pada alur dan kolam pelabuhan, akibat arus pasang surut yang terjadi.
- c. Bahan – bahan material tanah yang terdapat pada alur dan kolam pelabuhan karena adanya banjir akan menuju daratan, sehingga terjadi proses sedimentasi dengan cepat.
- d. Air tanah yang mengandung lumpur pada lapisan atas sedimentasi, cenderung bergerak karena adanya gelombang dan arus pasang surut yang terjadi.

Akibat pengendapan yang terjadi maka di Pelabuhan Pontianak dilakukan pengerukan material endapan lumpur rata – rata sebesar $\pm 1,5$ juta m^3 setiap tahun. Adapun pengerukan yang dikerjakan pada alur dan kolam pelabuhan Pontianak sejak tahun 1990.



BAB III

PENGERUKAN DAN KAPAL

KERUK

BAB III

PENGERUKAN DAN KAPAL KERUK

3.1. Sekilas Pengerukan

Pengertian sederhana dari pengerukan adalah penggalian tanah, lumpur, dan bebatuan. Proses pengerukan terdiri dari penggalian, pengangkutan, dan pembuangan akhir atau penggunaan hasil kerukan.

Dengan semakin pesatnya perkembangan lalu lintas air, kebutuhan sarana pelabuhan juga meningkat. Sehingga dibutuhkan pengerukan untuk memperdalam alur masuk dan turning basin agar diperoleh kedalaman yang tepat bagi fasilitas berlabuhnya kapal. Pemeliharaan pelabuhan juga memerlukan pengerukan yang teratur untuk menjamin kedalaman yang memadai bagi kapal yang akan berlabuh.

3.2. Tujuan Pengerukan

Sasaran utama dari pengerukan adalah :

a. Pelayaran (navigasi)

Untuk pemeliharaan, perluasan, perbaikan sarana lalu lintas air, dan pelabuhan. Untuk membuat pelabuhan, memperdalam *turning basin* (kolam pelabuhan), dan fasilitas lainnya.

b. Pengendalian banjir (*flood control*)

Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai atau fasilitas pengendali banjir lainnya seperti bendungan atau tanggul.

c. Konstruksi dan reklamasi

Untuk mendapatkan material bangunan seperti pasir, kerikil, dan tanah liat atau untuk menimbun lahan (dengan material kerukan) sebagai tempat membangun daerah industri, pemukiman, jalan, dan sebagainya.

d. Pertambangan (*mining*)

Untuk memperoleh mineral, permata, logam mulia, dan pupuk.

e. Untuk tujuan lainnya

Untuk penggalian pondasi di bawah air dan penanaman pipa saluran air (terowongan). Untuk membuang polutan dan mendapatkan air yang berkualitas.

3.3. Material yang dikeruk

Jenis material yang akan dikeruk biasanya tidak sama, misalnya tanah gambut, tanah liat, endapan lumpur, karang, pasir, kerikil, serta batu pecah.

Jenis material akan menentukan pemilihan kapal keruk yang paling efektif, kecepatan produksi (pengerukan), kemungkinan kontaminasi, pembuangan atau penggunaan material keruk. Penentuan jenis material keruk dilakukan dengan mengambil sampel pada lokasi proyek, kemudian diteliti untuk diketahui karakteristiknya secara lengkap.

3.4. Jenis - Jenis Kapal Keruk

Pada dasarnya secara operasional dikenal perbedaan sebagai berikut:

a. *Kapal keruk tanpa mesin penggerak*

Perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya dibantu dengan kapal tunda atau dengan sistem tali baja pengikat dimana satu pihak dicekamkan pada suatu jangkar dan diujung lainnya dililitkan pada suatu mesin derek. Untuk kelancaran dan ketepatan lokasi, digunakan lebih dari satu tali baja pengikat atau dengan menggunakan *spud*.

Untuk pengerukan tanah yang keras, arah gerakan kapal zig-zag, bergerak ke samping kiri kemudian maju, lalu kesamping kanan dan seterusnya. Pergerakan dilakukan dengan mengulur maupun menarik kawat-kawat pengikat yang dihubungkan dengan jangkar.

b. Kapal keruk dengan mesin penggerak sendiri

Perpindahan kapal dilakukan dengan tenaga terpisah dari mesin pengeruknya.

Secara teknis peralatan pengerukan pada dasarnya dapat dibagi dalam tiga tipe, yaitu:

- Alat keruk mekanis
- Alat keruk hidrolis
- Alat keruk mekanis-hidrolis

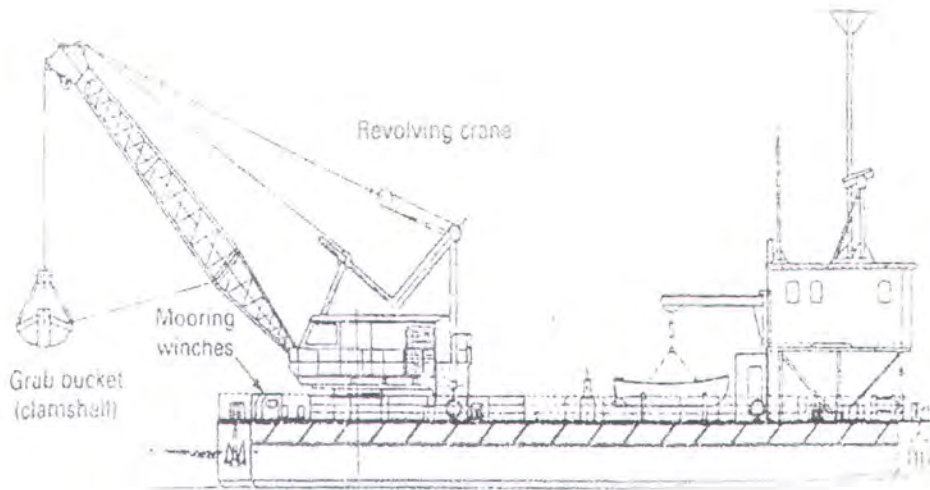
3.4.1. Kapal Keruk Mekanis

Kapal keruk ini sederhana, mempunyai analogi dengan peralatan gali di darat. Termasuk kapal keruk mekanis:

a. Grab / Clamshell / Dragline

Peralatan kapal terdiri dari *grab* yang digerakkan dengan *crane* yang diletakkan di atas ponton dengan geladak datar. *Crane* merupakan satu unit

yang berdiri sendiri, berfungsi mengangkat dan menurunkan *grab*, disamping membantu pelepasan *spud* untuk keperluan reparasi.



Gambar 3.1. Kapal keruk *grab*

Kedalaman keruk tergantung dari berat *grab*, semakin berat grabnya maka semakin dalam hasil galiannya. *Grab* direncanakan sedemikian rupa agar tahanan waktu masuk kedalam air sekecil mungkin.

Tipe *grab* dapat di bedakan menjadi:

- *Grab* lumpur

Tanpa gigi, dengan pinggiran rata, dipakai untuk lumpur dan tanah lunak.

- *Grab* garpu

Rahang bergigi, *interlock*, gigi pendek-pendek, dipakai untuk pasir, tanah liat, dan tanah campur gravel.

- *Grab* kaktus

Biasanya berjari empat atau lebih yang bisa menutup bersama-sama, dipakai untuk batu-batuan besar.

Karakteristik kapal keruk *grab*:

- Kemampuan mengeruk pada titik yang tepat
- Cocok dipakai pada lokasi yang berpasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah
- Kedalaman pengerukan praktis tak terbatas, tergantung panjang tali, tetapi makin dalam, produksi berkurang karena waktu mengangkat makin lama
- Beroperasi tanpa mengganggu lalu lintas kapal lainnya
- Dapat bekerja baik pada air yang bergelombang
- Hasil pengerukan tidak merata, sehingga sukar menentukan dalamnya penggalian
- Kurang baik dipakai pada lokasi yang berlumpur, karena lumpur mudah keluar dari bucketnya.

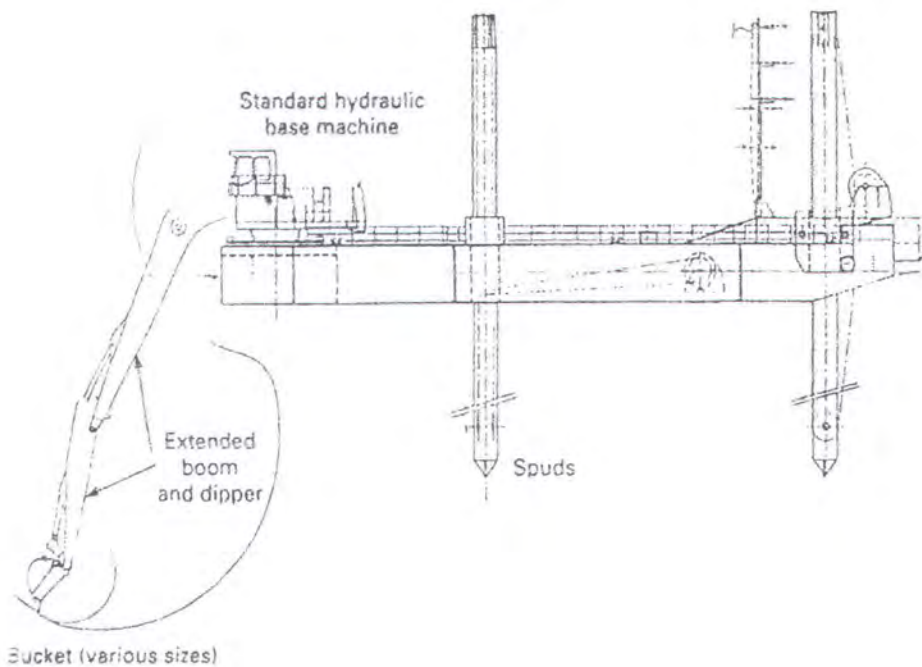
Untuk keperluan operasi, kapal keruk ini dilengkapi dua buah *spud* dan spul-spul penggulung kawat baja yang digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan *spud*. Kapal bergerak sedikit demi sedikit secara zig-zag dengan mengatur pengangkatan *spud* dan penarikan / penguluran tali jangkar.

b. Backhoe

Kapal keruk ini pada dasarnya adalah ponton yang dipasang alat pemindah tanah berupa *backhoe*, yang bekerja dengan sistem mekanis (tarikan tali baja) ataupun dengan sistem hidrolis.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Dapat menggali bermacam-macam material seperti pasir, tanah liat, kerikil, batu maupun karang
- Tidak dapat bergerak sendiri, membutuhkan jangkar untuk menempatkan pada posisi pengerukan
- Kecepatan produksinya rendah.



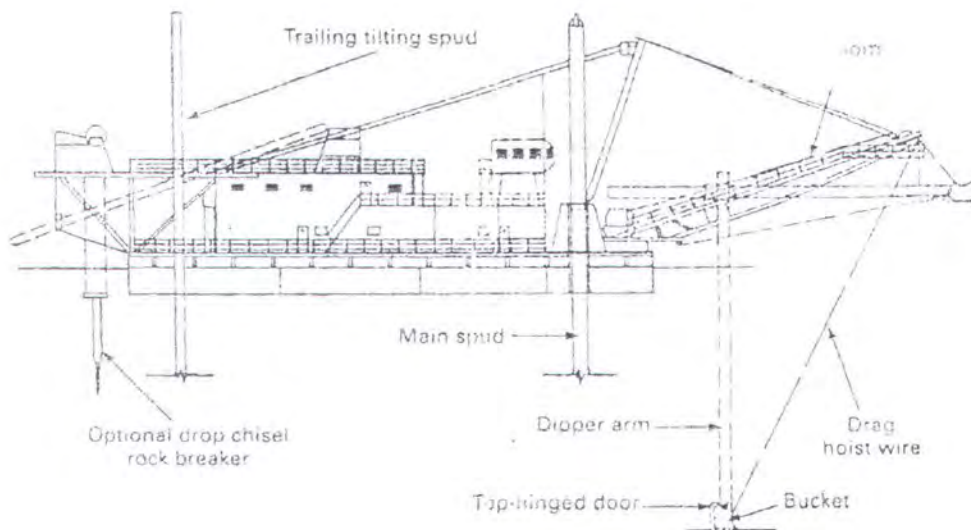
Gambar 3.2. Kapal keruk *backhoe*

c. *Dipper*

Kapal keruk ini seperti halnya sekop yang bertenaga, kadang-kadang sekop dilengkapi dengan mata penembus batu. Mempunyai dua *spud* depan yang dipakai untuk mengangkat tongkang di atas garis air guna menambah daya gali, dan satu *spud* belakang yang disebut *kicking spud* yang digunakan untuk menggerakkan tongkang ke depan.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Cocok untuk mengeruk batu karang
- Dapat digunakan untuk membuang pondasi bawah laut yang tidak terpakai
- Jumlah crew sedikit (5 ÷ 6) orang
- Bisa menggali jalannya sendiri, juga menggali tebing yang curam tanpa takut longsor.



Gambar 3.3. Kapal keruk *dipper*

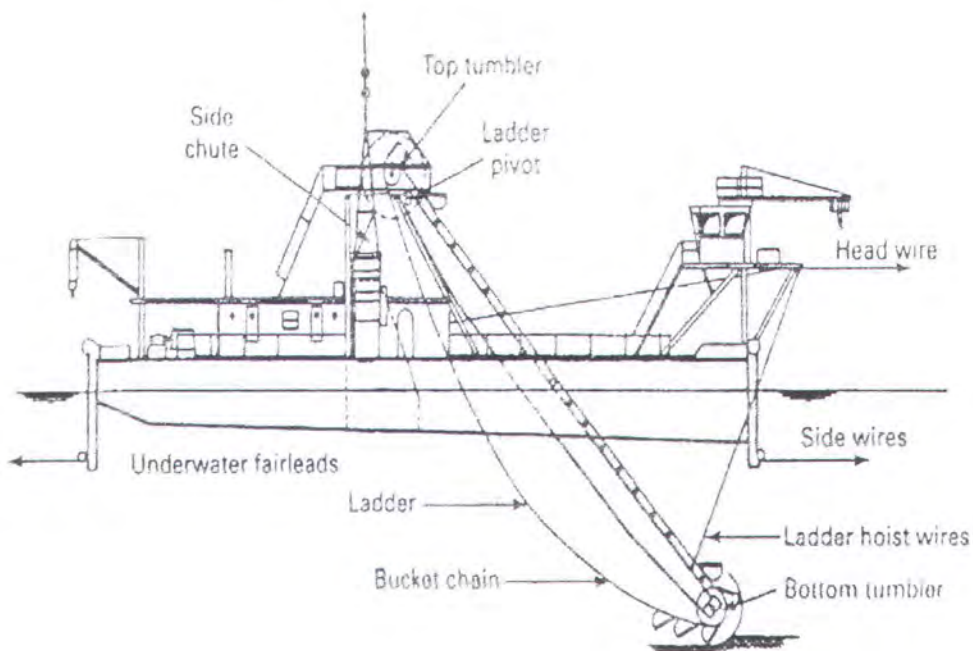
d. *Bucket-ladder*

Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian rantai yang berputar. Pengerukan dengan *bucket ladder* biasanya dilakukan pada kolam pelabuhan atau pada kanal, dan juga digunakan untuk menggali mineral (penambangan) di lepas pantai.

Kapasitas keruk tiap jam berhubung erat dengan banyaknya timba yang dipakai dan kedalaman yang dikeruk, serta kecepatan timbanya (jumlah timba permenit).

Karakteristik kapal keruk ini:

- Dipakai untuk berbagai jenis material dari tanah keras sampai batuan lunak
- Tidak praktis untuk jumlah pengerukan yang besar, daerah yang luas dan berkembang
- Semakin dalam pengerukan semakin tidak efisien karena jumlah material keruk semakin berkurang.



Gambar 3.4. Kapal keruk *bucket ladder*

3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis

Yang dimaksud dengan hidrolis adalah tanah yang dikeruk bercampur dengan air laut, kemudian campuran tersebut dihisap pompa melalui pipa penghisap, selanjutnya melalui pipa pembuang dialirkan ke daerah pembuangan. Pengerukan dasar laut dengan jenis peralatan ini makin populer, karena sangat efektif. Termasuk kapal keruk hidrolis adalah:

a. *Dustpan*

Berbentuk seperti kapal dagang biasa, kapal ini sering dilengkapi oleh bak lumpur sendiri. *Dustpan* termasuk jenis *suction* yang lebih khusus, dipakai di sungai dengan rate sedimen tinggi seperti pasir atau kerikil.

Karakteristik kapal keruk ini adalah:

- Efisien untuk lumpur halus
- Bekerja sambil berjalan, karena mempunyai mesin penggerak sendiri
- Pekerjaan masih bisa dilakukan, walaupun ada gelombang
- Mempunyai bak lumpur di badan kapal
- Kapasitas muat bisa diatur, dengan mengatur pompa sentrifugal dan pipa hisap
- Titik berat kapal rendah sehingga stabilitas kapal relatif baik
- Bila bak lumpur penuh, kapal harus berhenti bekerja
- Pembuangan lumpur dilakukan kapal sendiri, sehingga menambah waktu kerja
- Pengerukan terbatas pada lumpur halus.



b. *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD)

Merupakan kapal keruk dengan tempat penyimpan material keruk pada badan kapal. Mempunyai lengan penggerak bersambung yang mencapai dasar tanah yang dikeruk.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Lebih fleksibel dengan material yang dikeruk
- Alternatif pembuangan dan kemampuannya bekerja pada perairan yang terlindung maupun tidak
- Baik untuk lumpur, pasir, tanah, dan kerikil
- Kecepatan produksi cukup tinggi
- Dapat bekerja pada lalu-lintas yang padat dengan sedikit gangguan terhadap lalu-lintas kapal
- Efektif bila digunakan pada material yang berbentuk butiran seperti pasir, kerikil ataupun lumpur
- Umumnya tidak dipakai untuk mengeruk batuan

Bagian-bagian utama TSHD ini:

- Kepala pipa hisap (*draghead*)

Berfungsi seperti sendok, digunakan untuk menyendok lumpur sebagai akibat gerakan maju kapal. *Draghead* terbuat dari bahan tahan karat yang kekerasannya memenuhi syarat, terutama pada ujung-ujungnya. Kepala pipa hisap ini dilengkapi dengan kisi - kisi untuk menjaga agar material yang besar tidak ikut terhisap kedalam pipa dan mengakibatkan rusaknya pompa sentrifugal. Lubang kisi - kisi bisa

diatur, karena jika terlalu besar, material besar bisa masuk dan menyumbat pompa, tetapi bila terlalu kecil, material yang seharusnya terhisap tidak bisa masuk dan lubang sering buntu oleh kotoran.

Draghead diletakkan pada ujung bawah pipa hisap, dengan maksud agar saat pengisian berlangsung, posisi pipa terhadap dasar laut tetap stabil. Macam - macam bentuk *draghead* antara lain:

- *California*

Dipakai khusus untuk pasir, bisa mengatur sendiri kedalaman pengerukan. *Draghead* ini ditarik menggelincir di permukaan dasar laut.

- *Newport Bay*

Dipakai untuk tepi yang landai dari pasir padat , dimana jenis lain tidak dapat menggigit (*slip*). Type ini mempunyai batang beralur yang menggigit ketanah sehingga tidak *slip*.

- *Ambrose*

Dipakai untuk lumpur, silt, lempung lunak, kerikil halus, pasir, atau batu. Jenis ini tidak sesuai untuk pasir padat karena headnya tidak mau masuk.

- *Coral*

Dipakai untuk pengerukan atol di Pasifik selatan. Mempunyai barisan gigi di dasarnya, berguna untuk memecahkan karang yang belum pecah akibat ledakan dinamit. Dapat disetel untuk bermacam-macam kedalaman.

- *Fruchling*

Efektif untuk lumpur lunak, tetapi jelek untuk pasir. Karena bekerja dengan cara menyendok, jenis ini mempunyai bibir yang melengkung. Untuk maju diperlukan tenaga besar, kadang - kadang dilengkapi dengan *water jet*. Hubungan *draghead* dengan pipa hisap perlu diperhatikan.

Bila dibuat mati (*fixed*), dan terjadi benturan dengan material yang keras, akibatnya *draghead* akan lepas / patah dan hilang, bila hubungannya kuat sekali dan dengan benturan yang keras tidak mau patah, kapal akan kehilangan kesetimbangan (oleng), seperti kalau kapal kandas.

- Pipa hisap dan pipa buang

Pipa hisap biasanya terletak dibawah *ladder*, jadi *ladder* adalah penguat dari pipa hisap, disamping untuk menjaga agar pipa hisap tidak bergerak kekanan maupun kekiri akibat gerakan kapal. Tekanan yang diberikan pompa tidak hanya untuk mengangkut material saja, tetapi juga untuk mengatasi kerugian gesekan, terutama pada bagian bawah pipa, maka hanya sedikit tekanan tersisa untuk mengangkut material.

Kerugian gesekan dalam pipa hisap harus dibuat serendah mungkin. Parameter yang mempengaruhi kerugian gesekan pada pipa yaitu debit, luas pipa, dan kecepatan campuran. Kerugian gesekan di pipa diatasi melalui pengurangan kecepatan. Untuk itu, diameter pipa hisap dan pipa

buang dibedakan, yaitu diameter pipa hisap $(1,25 \div 1) \times$ diameter pipa buang . Pipa hisap biasanya satu ukuran standar diatas pipa buang .

Disamping itu juga perlu memutar pipa hisap maupun pipa buang secara bergantian agar keausan merata, sehingga dapat memperpanjang umur pemakaian pipa. Hubungan pipa hisap ke badan kapal biasanya dengan *coupling flexible* yaitu selang karet yang dapat dibengkokkan. Sebagai ganti selang dapat dipakai hubungan engsel, keuntungannya dapat dibengkokkan sampai sudut tak terbatas. Kerugiannya susah dibuat kedap dibandingkan selang karet.

Sistem peletakan pipa hisap dapat disamping kiri dan kanan badan kapal (dua pipa hisap). Untuk pipa hisap tunggal peletakannya dapat ditempatkan di tengah, di belakang, maupun di depan. Perletakan pipa hisap ini memerlukan pemikiran yang tersendiri, mengingat lokasi yang akan dikeruk, keadaan kapal (pembagian ruangan maupun pembagian berat kapal) yang berhubungan langsung dengan stabilitas kapal.

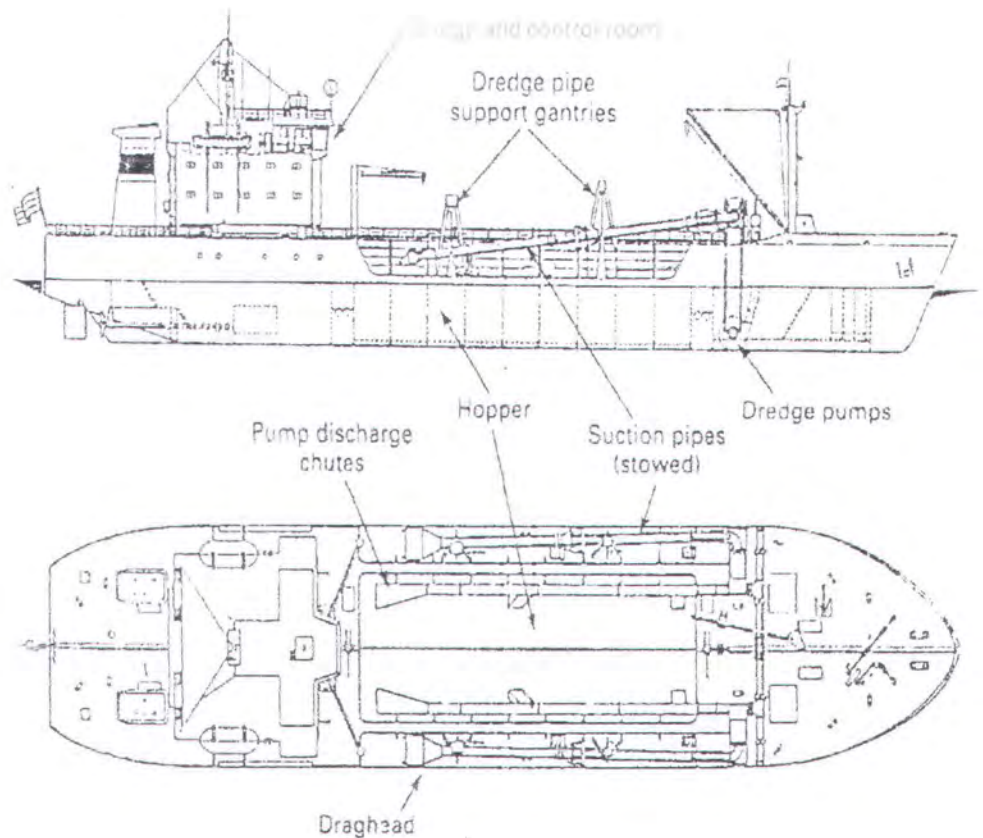
- Pompa

Kerja pompa melayani antara lain :

- menaikkan material yang dihisap dari dasar laut, ke mulut hisap pipa (*suction head*)
- menaikkan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan
- mengambil campuran masuk kedalam tabung pipa hisap
- memberikan kecepatan campuran yang bergerak sepanjang pipa.

- Bak lumpur (*hopper*)

Bak lumpur berguna untuk menampung hasil hisapan dari pompa hisap. Saringan berfungsi sebagai penahan material besar agar tidak langsung masuk ke dalam bottom yang mengakibatkan rusaknya bottom karena benturan. Karena hasil keruk sebagian besar adalah air ($\pm 60\%$ air), maka bak akan cepat penuh dengan lumpur cair tersebut. Ini jelas merugikan, karena tidak dikehendaki adanya air, melainkan lumpur. Cara mengatasinya dengan membuat suatu sekat penampung air, dan air segera dialirkan keluar dari badan kapal. Karena berat jenis lumpur lebih besar dari berat jenis air, maka lumpur akan mengendap dan permukaan atas terisi air. Kelebihan air disalurkan ke tempat penampungan air, kemudian dibuang sehingga yang tinggal di bak lumpur adalah lumpur yang agak padat. Kepadatan lumpur tergantung pengisian bak, bila dikehendaki lebih besar kepadatannya, pengisian bak terus dilakukan.



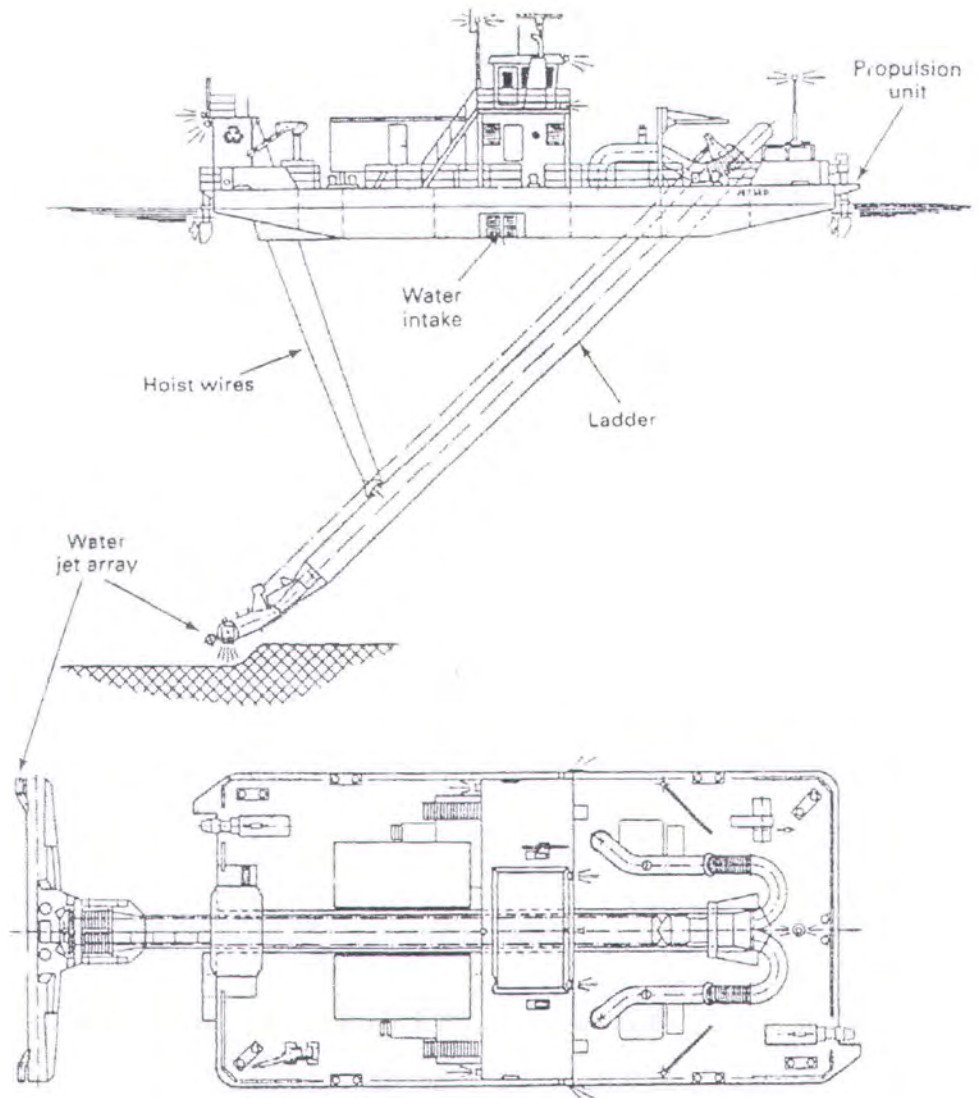
Gambar 3.5. Kapal keruk *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD)

c. *Water Injection*

Kapal keruk ini menggunakan tekanan air untuk menghancurkan atau mencairkan material yang mengalami pemampatan.

Karakteristik kapal keruk ini :

- Biaya pengerukan cukup murah
- Hanya cocok di pakai untuk tanah lumpur, tanah liat dan pasir.



Gbr.3.6. Kapal keruk water injection

3.4.3. Kapal Keruk Mekanis/Hidrolis (gabungan)

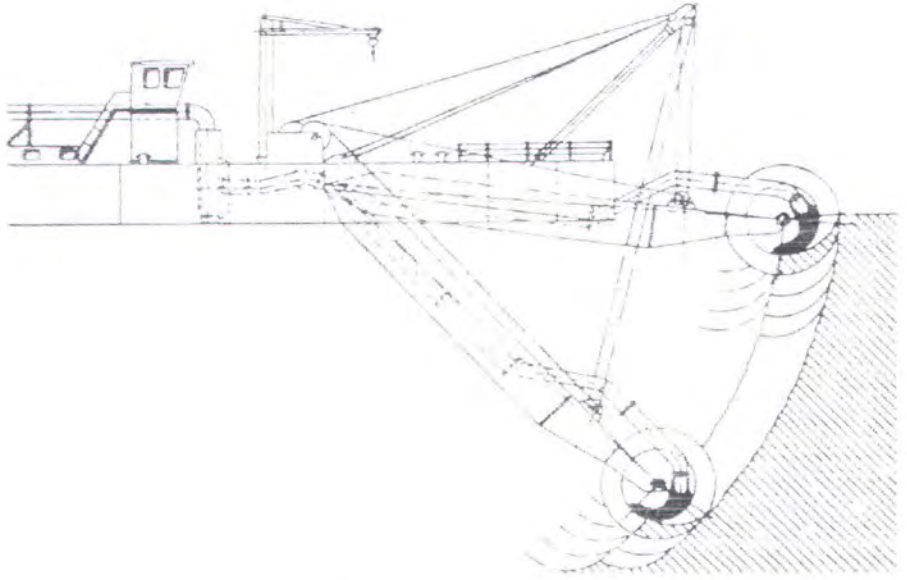
Termasuk kapal keruk mekanis/hidrolis:

a. *Bucket-Wheel Dredger*

Bucket wheel dredger merupakan teknologi baru dan dipakai jika ditemukan sampah dalam jumlah besar. Biasanya dipakai di daerah pelabuhan.

Karakteristik kapal keruk ini antara lain:

- Dapat digunakan pada daerah yang cukup luas dengan berbagai kondisi dasar permukaan
- Relatif mengurangi tumpahan ke kepala *cutter*.



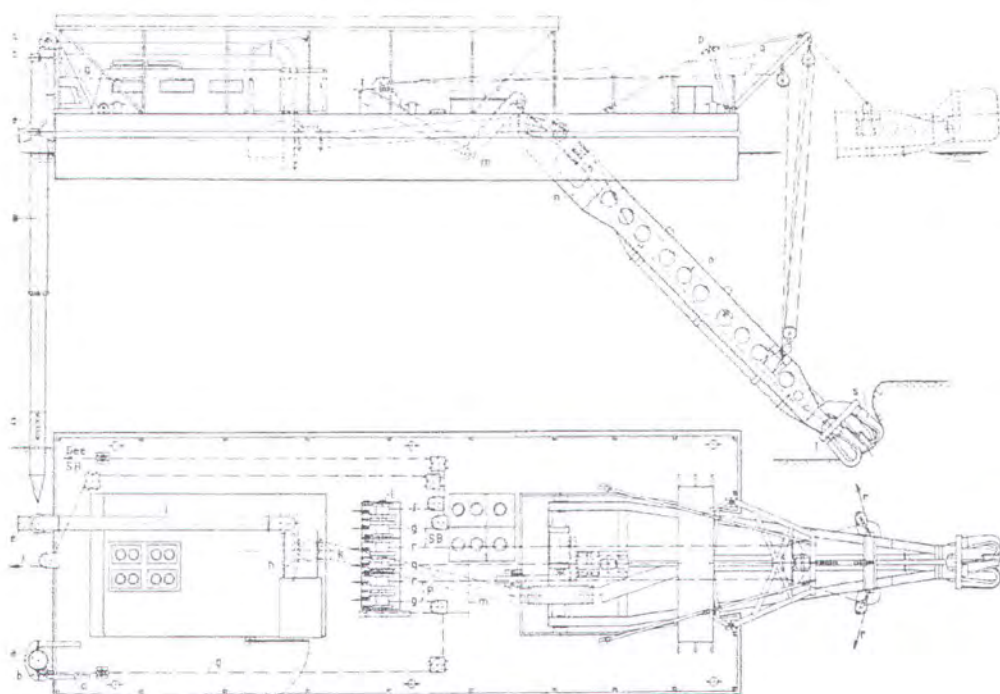
Gambar 3.7. Kapal keruk *bucket – wheel*

b. *Cutter Suction Dredger*

Cutter suction dredger menggunakan peralatan mekanis yang berputar (*cutter*) yang dipasang pada ujung penyedot untuk menggali material yang kemudian disedot melalui pipa dan dipompakan ke permukaan kapal.

Karakteristik kapal keruk ini :

- Kecepatan produksinya cukup tinggi
- Cocok untuk menggali tanah lumpur, tanah liat, kerikil, pecahan batu, dan tanah keras
- Pada kapal keruk ini pergerakannya dapat dilakukan dengan *spud* atau jangkar.



Gambar 3.8. Kapal keruk *cutter suction*

Bagian-bagian dari *cutter section dredger*:

- *Cutter*

Cutter dipasang pada ujung *ladder*, dihubungkan ke motor cutter dengan poros yang dilengkapi dengan bantalan poros. Bantalan poros harus diperhatikan, karena material keras dan halus (pasir) sering masuk, dan mengakibatkan keausan. *Cutter* berfungsi sebagai pemotong material yang hasilnya kemudian dihisap dengan pompa penghisap. *Cutter* dibuat dari baja tahan aus, tepi depan dari cutter mempunyai kekerasan paling sedikit 500 Brinell atau 51 Rocwell, dengan yield strength sekitar 200.000 pound/inch². Yang perlu diperhatikan dalam menentukan bentuk *cutter sweep* adalah penyesuaian sudut pada piringan cutter dari daun-daun cutter lengkap. Suatu cutter dengan 3 daun akan mempunyai *sweep*

angle 120° . Lebih kecil *sweep angle*, daun *cutter* akan makin banyak, dan getaran akan makin sedikit.

Sifat paling penting dari *cutter* ialah *rake angle*, yaitu sudut yang dibentuk oleh garis singgung pada gerak melingkar dari *cutter* pada titik tempel dengan material yang dipotong dengan kemiringan dari permukaan daun. Sudut yang tepat yaitu sudut dimana pada saat penembusan material, diperoleh torsi yang kecil. Jika *rake angle* terlalu kecil yaitu kemiringan daun kecil, *cutter* akan mudah slip pada material, jika sudut terlalu besar, *cutter* akan menusuk / mencukil material.

Jenis *cutter* :

- *Close nose basket* (dengan daun spiral)

Cocok untuk menggali material lunak dan pasir lepas.

- *Open nose basket*

Paling sesuai untuk mengeruk material yang liat (lempung). Karena jika mengeruk lempung dengan daun *cutter* yang berdekatan, *cutter* akan tersumbat.

- *Straight arm cutter*

Daun *cutter* ini dihubungkan dengan baut ke *spider*, dipergunakan untuk lempung yang keras. Untuk material yang amat keras dipakai daun dengan gigi berbentuk sekop. Gigi berbentuk garu bekerja baik pada karang atau material keras yang rapuh lainnya. Jadi perencanaan *cutter* harus betul-betul baik sehingga material yang terpotong tidak akan menyumbat pompa.

- *Motor cutter*

Tenaga yang diberikan pada *cutter* berbeda menurut pekerjaan dan besar kapal keruk. Kapal keruk ($8 \div 12$) inch biasa dengan tenaga motor *cutter* ± 400 HP. Untuk kapal keruk dengan tenaga sampai 400 HP, kecepatan putar dari *cutter* biasanya berkisar antara ($20 \div 30$) rpm, tergantung material yang dikeruk dan besarnya *cutter*.

- *Ladder*

Ladder selain membawa *cutter* juga pipa hisap, pipa pelumas, motor *cutter* dan gigi reduksi. Ujung *ladder* disanggah oleh engsel yang dipasang pada suatu lekukan pada kapal. Pada kapal keruk kecil *ladder* sering dipasang langsung pada badan kapal dan tidak ada lekukan. Ujung depan *ladder* digantung pada kerangka A memakai *block* dan *tackle* bertali yang dihubungkan ke mesin pengangkat di dalam kapal. Panjang *ladder* tergantung dari dalamnya pengerukan. Dalam pengerukan maksimum biasanya diambil sekitar 0,7 panjang *ladder*, yaitu jika *ladder* miring 45° terhadap horisontal.

Pembatasan sudut ini biasanya dipatuhi, karena sudut yang lebih besar menyebabkan gaya engsel bertambah dengan bertambahnya sinus dari sudut tegak. Untuk itu perumahan engsel dibuat cukup besar. Tegangan paling besar ialah tegangan lengkungan pada sumbu horisontal. Makin panjang *ladder*, tegangan makin bertambah besar.

- Pipa hisap dan buang

Sama seperti pada kapal keruk hidrolis (*hydrolic / suction dredger*)

- *Spud*

Merupakan tiang baja yang disatukan dengan kapal dan dapat di naik-turunkan, umumnya *spud* berbentuk bulat, tetapi ada kalanya berbentuk empat persegi. Bahan *spud* kebanyakan dari baja tuang atau dapat pula konstruksi pelat. Ukuran dan kekuatan *spud* ditentukan dari dalamnya pengerukan, displacement kapal dan daya dari *cutter*. Jika kedalaman keruk sangat dalam maka penggunaan *spud* kurang efisien, selain berat *spud* bertambah juga mengakibatkan stabilitas kapal keruk kurang baik. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan jangkar yang ditempatkan di haluan, buritan, dan sisi-sisi pada kapal keruk.

Pada saat operasi, kapal ini dibantu alat bantu seperti derek, pipa buang terapung (digunakan jika untuk membuang material tanpa ditampung di kapal keruk), kapal tunda, tongkang minyak dan pipa, motor boat untuk survey, serta alat bantu lainnya.

3.5. Alat Bantu Untuk Pengerukan

Dalam melaksanakan pekerjaan pengerukan, diperlukan bermacam-macam alat bantu, yaitu antara lain:

- Bak lumpur bercelah (*split barge*)

Bak lumpur atau *split barges* ini berfungsi sebagai tempat menampung hasil kerukan yang dilakukan oleh kapal keruk timba atau cangkram.

Ada dua jenis *split barges* :

- Dengan mesin penggerak sendiri (*self propelled*)

- Tanpa mesin penggerak sendiri (*non self propelled*)
- Tongkang

Alat bantu berupa bak tanpa mesin penggerak. Tongkang ini memiliki permukaan atas rata (*flat top*) sehingga dapat berfungsi untuk memuat peralatan lain seperti pipa, ponton, *crane*, dan sebagainya.

- Kapal tunda

Berfungsi untuk membantu olah gerak kapal keruk, dan juga untuk menarik alat-alat bantu lain yang tidak memiliki motor penggerak sendiri.

- *Survey boat*

Sesuai namanya untuk alat bantu survey, berkekuatan mesin dibawah 500 PK.

- *Communication boat*

Untuk membantu kelancaran tugas operasional (alat komunikasi) untuk menghubungkan posisi kapal keruk dengan petugas di darat.

- *Crane*

Terdiri dari *crane* darat dan *crane* apung (*floating crane*), berfungsi untuk membantu bongkar muat peralatan .

3.6. Angkutan Sedimen

Teori angkutan sedimen dalam arti umum dapat dijelaskan sebagai pergerakan butir – butir pasir atau material dasar sedimen yang merupakan hasil erosi terhadap bahan atau suatu gaya dorong, baik oleh angin maupun akibat aliran air.

Dalam hubungannya dengan pengerukan, transportasi sedimen berkaitan dengan masalah penyedotan, transportasi dan pembuangan material hasil kerukan. Adapun cara pengangkutan sedimen untuk sungai adalah :

1. Bed Load

Pada bed load proses angkut ini pada kondisi kecepatan aliran yang relatif rendah, sehingga butiran bergerak di dasar secara menggelinding (rolling), menggeser (sliding) atau meloncat (jumping).

2. Suspended Load

Pada suspended load butir bergerak diatas dasar secara melayang. Hal ini terjadi jika kecepatan aliran ditingkatkan lebih besar, maka gerakan loncat tersebut akan lebih sering terjadi, sehingga apabila butiran tersebut tersapu oleh arus utama atau aliran turbulence ke arah permukaan.

Besarnya total angkutan sedimen dapat didefinisikan sebagai jumlahh bed load dari suspended load. Beban total inilah yang disebut angkutan sedimen.

Faktor – faktor yang mempengaruhi angkutan sedimen :

1. Ukuran Partikel (Size)

Klasifikasi butiran menurut ukuran bentuk untuk berbagai macam sedimen dapat digolongkan dalam tabel berikut ini :

Klasifikasi	Ukuran Butir
- Bongkah (boulder)	< 256 mm
- Berangkal (coule)	64 – 256 mm
- Kerikil (gravel)	2 – 64 mm
- Pasir (sand)	62 – 2000 mm

- | | | |
|---|-----------------|-----------|
| - | Lanau (split) | 4 – 62 mm |
| - | Lempung (shape) | < 4 mm |

2. Bentuk Partikel (Shape)

Di samping diameter butir, bentuk adalah penting juga, yaitu pada kecepatan angkutan butir.

Wadell (1933 – 1935) mengemukakan definisi hasil penelitiannya yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Sphericity

Yaitu perbandingan antara luas permukaan bola dan luas permukaan partikel dalam volume yang sama.

- Roundness

Yaitu perbandingan jari – jari rata – rata dari bentuk lengkungan ujung setiap butiran dan jari – jari lingkaran yang paling besar yang dinyatakan dengan daerah proyeksinya dengan luas terbesar.

Faktor tersebut di nyatakan dalam :

$$SF = c / (a.b)^{1/2}$$

Dimana : SF = faktor bentuk dari Corey (tak berdimensi)

a = penampang terpanjang dari partikel (mm)

.b = penampang dari partikel (mm)

c = penampang terpendek dari partikel (mm)

dari hasil penelitian didapatkan harga SF untuk bola = 0,1 dan untuk pasir alam SF = 0,7

3. Rapat Massa (Density)

Rapat massa butiran sedimen umumnya ($< 4 \text{ mm}$) tidak banyak berbeda karena kuarsa paling banyak terdapat dalam sedimen alam, rata – rata dapat dianggap $\rho_s = 26,50 \text{ kg / m}^3$. ($S = \gamma_s / \gamma_w = \rho_s / \rho_w = 2,56$).

4. Kecepatan Endap (Setting Velocity)

Kecepatan endap sangat penting untuk mengetahui saat partikel mulai mengendap. Dalam meneliti kecepatan endap butir harus di hindari adanya faktor – faktor yang mengganggu antara lain :

- Benda padat (dinding atau butir – butir lain) akan menghambat endap butir.
- Arus air yang dapat mempercepat atau memperlambat endap butir.

3.7. Pekerjaan Pengerukan

3.7.1. Pekerjaan Pendahuluan

Agar diperoleh cara kerja dan pelaksanaan pengerukan yang diharapkan, maka diperlukan survey dan penelitian hal – hal berikut ini :

a. Pengambilan Contoh Tanah

Jenis tanah / endapan yang dikeruk sangat mempengaruhi efisiensi pelaksanaan, pemakaian bahan bakar, penggunaan suku cadang kapal serta harga satuan pekerjaan. Sehingga perlu dilakukan pengujian Standart Penetrasi dan Pengeboran Inti, dimana contoh tanah di bawa ke laboratorium untuk dianalisa mengenai sifat – sifat dan penyebaran butirnya. Jarak pengambilan contoh tanah biasanya 100 – 150 meter. Di

tempat yang jenis tanahnya berubah secara mencolok, perlu penambahan jumlah contoh.

b. Sounding (Survey Kedalaman)

Suonding ini dilakukan setiap 20 – 50 meter kearah hulu dan hilir. Adapun sounding ini dibagi dalam 4 tahap pelaksanaan seperti berikut ini :

1. Predredge Sounding (Sounding Awal)

Dilakukan untuk mengetahui kedalaman alur yang ada, sehingga dapat ditentukan tempat dan jumlah volume tanah / endapan yang harus dikeruk

2. Check Sounding

Pemeriksaan hasil pekerjaan dan kedalaman yang telah dicapai, pekerjaan ini dilakukan secara periodik

3. Progress Sounding

Dilakukan untuk memeriksa kemajuan pekerjaan

4. Final Sounding

Sounding ini merupakan tahap akhir dari pekerjaan pengerukan, yang tujuannya untuk memeriksa hasil akhir dari pekerjaan pengerukan. Apabila terdapat tempat – tempat yang kedalamannya belum sesuai, maka dapat diketahui dari sounding akhir ini.

c. Survey terhadap hambatan pelaksanaan pekerjaan pengerukan

Survey ini dilakukan untuk memantau adanya kabel – kabel listrik / telekomunikasi, krib – krib, bangkai kapal yang tenggelam, rintangan pilar jembatan dan keadaan lalu lintas pelayaran.

d. Survey Hidrologi dan Meteorologi

Pekerjaan pengerukan dilakukan dengan kapal – kapal yang sangat dipengaruhi akan keadaan perairan dan cuaca disekitar lokasi pekerjaan, maka diperlukan adanya data – data :

- Tinggi muka air normal
- Tinggi muka air surut
- Tinggi muka air normal
- Meteorologi
- Kecepatan arus
- Kecepatan angin max
- Arah angin
- Arus pasang surut
- Terjadinya arus balik dan arus biasa
- Perubahan kecepatan arus pada daerah keruk

e. Survey tempat pembuangan (Dumping Area)

Karena pengerukan merupakan pekerjaan pemindahan tanah dalam jumlah besar, maka diperlukan tempat pembuangan material lumpur yang cukup sesuai. Penentuan tempat pembuangan material lumpur (dumping area) ini merupakan hal yang sangat penting, terutama jaraknya tidak terlalu jauh dari tempat pengerukan. Karena jarak antara tempat pembuangan dengan tempat pengerukan akan menentukan besarnya harga satuan pekerjaan.

- f. Mengadakan pengukuran tinggi pasang surut dengan menggunakan palem pengukur pasang surut, yang diletakkan disekitar lokasi pekerjaan pengerukan, sehingga setiap saat ketinggian pasang surut dapat diamati dengan cermat.

3.8. Sekilas Tentang Metode Optimisasi

Optimisasi dapat dijelaskan sebagai proses mencari kondisi yang memberikan nilai maksimum atau minimum dari sebuah fungsi (Rao,1996). Optimisasi adalah tindakan untuk mendapatkan hasil terbaik atas suatu keadaan tertentu yang diberikan. Sebuah optimisasi atau juga disebut pemrograman masalah matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Find } X = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{Bmatrix} \text{ sehingga meminimalkan nilai } f(X)$$

Dengan constraint

$$g_j(X) \leq 0, j = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$l_j(X) = 0, j = 1, 2, 3, \dots, m$$

Dimana X adalah *design vector* dengan x_1, x_2, \dots, x_n adalah *design variabel*, $f(X)$ adalah *objective function* dan $g_j(X)$ dan $l_j(X)$ adalah *constraint* pertidaksamaan dan persamaan. Masalah diatas disebut *constrained optimization problem*.

Program optimisasi dalam penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan karakteristik ukuran utama kapal keruk yang dipakai. Fungsi obyektif yang dipakai disini adalah meminimalkan total cost. Program optimisasi ini dijalankan dengan bantuan software Microsoft Excel dimana pemecahan masalahnya (solver) memakai metode Generalized Reduced Gradient (GRG).Berdasar beberapa klasifikasi masalah optimisasi, metode Generalized Reduced Gradient (GRG)

merupakan pemrograman nonlinier dengan constraint. Secara umum langkah – langkah metode ini adalah sebagai berikut:

- Menentukan design variabel dan state variabel awal tersebut
- Menghitung GRG pada variabel awal tersebut

$$G_R = \nabla_y f - [[D]^{-1}[C]]^T \nabla_z f$$

dimana

$$\nabla_y f = \left\{ \begin{array}{c} \frac{\partial f}{\partial y_1} \\ \frac{\partial f}{\partial y_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial y_{n-1}} \end{array} \right\} \quad \nabla_z f = \left\{ \begin{array}{c} \frac{\partial f}{\partial z_1} \\ \frac{\partial f}{\partial z_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial z_{m+1}} \end{array} \right\}$$

$$[C] = \left[\begin{array}{ccc} \frac{\partial g_1}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial g_1}{\partial y_{n-1}} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial g_{m+1}}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial g_{m+1}}{\partial y_{n-1}} \end{array} \right] \quad [D] = \left[\begin{array}{ccc} \frac{\partial g_1}{\partial z_1} & \dots & \frac{\partial g_1}{\partial z_{m+1}} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial g_{m+1}}{\partial z_1} & \dots & \frac{\partial g_{m+1}}{\partial z_{m+1}} \end{array} \right]$$

- Memeriksa konvergensi dengan melihat nilai G_R
- Menentukan arah pencarian, salah satunya dengan *steepest descent methode*

$$S = - G_R$$

- Mencari panjang langkah optimum λ serta menentukan nilai X baru

$$X_{\text{new}} = \left\{ \frac{Y_{\text{old}} + dY}{Z_{\text{old}} + dZ} \right\} = \left\{ \frac{Y_{\text{old}} + \lambda * Y}{Z_{\text{old}} + \lambda * Z} \right\}$$

- Memeriksa feasibilitas dengan menghitung variabel baru pada constraint kemudian merubah state variabel bila diperlukan. Kemudian mengulang lagi dari awal (iterasi).

Metode – Metode Penilaian Profitabilitas Investasi

Suatu investasi dikatakan menguntungkan (profitable) kalau investasi tersebut bisa membuat pemodal menjadi lebih kaya. Dengan kata lain, kemakmuran pemodal menjadi lebih besar setelah melakukan investasi.

Net Present Value

Apabila investasi dilakukan untuk jangka panjang, maka konsep nilai waktu uang menjadi penting untuk diperhatikan. Dengan memperhatikan konsep nilai waktu uang, maka seharusnya pemodal memperhatikan *net present value* (NPV) investasi tersebut. Semakin besar NPV investasi, semakin besar peningkatan kemakmuran pemodal.

Dalam metode ini ada 2 hal penting yang harus dilakukan yaitu: (1) menentukan tingkat bunga yang dipandang layak dan (2) menaksir arus kas yang relevan.

$$\text{NPV} = \text{PV kas masuk} - \text{PV kas keluar}$$

$$\text{Penyusutan / tahun} = \text{nilai awal aktiva tetap} / \text{umur ekonomis}$$

NPV yang positif menunjukkan bahwa PV penerimaan > PV pengeluaran. Karena itu NPV yang positif berarti investasi yang diharapkan akan meningkatkan kekayaan pemodal. Karenanya investasi tersebut dinilai menguntungkan. Dengan demikian decision rule untuk metode ini adalah “ *terima suatu usulan investasi yang diharapkan memberikan NPV positif, dan tolak kalau memberikan NPV negatif*”.



BAB IV

ANALISIS TEKNIS

BAB IV

ANALISIS TEKNIS

4.1. Dasar Pemilihan Jenis Kapal Keruk

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tipe kapal keruk yang sesuai adalah kondisi perairan yang akan dikeruk, yaitu daerah sepanjang aliran Sungai Kapuas sejauh > 15 mil laut membentang dari muara sampai dengan dermaga pelabuhan Sintete Pontianak, terutama daerah muara sungai yang menjadi pintu masuk ke pelabuhan tersebut. Kondisi dasar Sungai tersebut adalah:

- Jenis material yang akan dikeruk terdiri dari lumpur halus yang kaya kandungan airnya dan campuran pasir.
- Alur muara sungai yang akan dikeruk sampai kedalaman – 5 m.
- Volume pengerukan adalah sebesar $\pm 1.688.750 \text{ m}^3$ (dari perhitungan volume lumpur yang akan dikeruk, lihat di sub 4.3.1., dan lampiran)
- Diasumsikan selama pekerjaan pengerukan berlangsung volume pengendapan kembali pada alur yang telah dikeruk adalah sangat kecil sehingga tidak perlu dilakukan pengerukan ulang.

Disamping itu ada beberapa pertimbangan dan penilaian lain dalam penentuan jenis kapal keruk tersebut, antara lain sebagai berikut :

- Jenis tanah / endapan yang akan dikeruk
- Kondisi cuaca pada lokasi pengerukan
- Jarak dan lokasi tempat pembuangan hasil pengerukan

- Keadaan setempat di lokasi pengerukan
- Volume yang akan dikeruk
- Kedalaman maksimum yang akan dikeruk

Berikut ini tabel pemilihan kapal keruk yang sesuai dengan jenis – jenis tanah yang akan dikeruk :

Tanah			Jenis Kapal Keruk					
Jenis	Keadaan	Angka N	TSHD	CSD	GD	BD	DD	RD
Lempung	Soft mud	- 4	▲	▲	▲	▲		
	Soft	- 10	▲	▲	▲	▲	▲	
	Medium	10 - 20	▲	▲	▲	▲	▲	
	Hard	- 30		▲	▲	▲	▲	
	Hardest	30 -					▲	
Pasir	Soft	- 10	▲					
	Medium	- 20	▲					
	Hard	- 30					▲	
	Hardest	30 -					▲	
Pasir dengan kerikil	Soft	- 30						
	Hard	30 -						
batu	soft	40 - 50						

Sumber : T Okude, Dredger and Dredging Work, Port and Harbour Research Institut, Japan, 1988.

Tabel 4.1. Jenis tanah untuk pemilihan jenis kapal keruk

Keterangan :

TSHD : Trailling Section Hopper Dredger

(Kapal Keruk Pengikat Lumpur)

CSD : Cutter Section Dredger

(Kapal Keruk Bor Penghisap Lumpur)

GD : Grab Dredger

(Kapal keruk Ember Cakram)

BD : Bucket Dredger

(Kapal Keruk Timba)

DD : Dipper Dredger

(Kapal Keruk Cangkram)

RB : Rock Breaker

(Kapal Pemecah Batu)

Selain hal yang tersebut diatas perlu juga diperhatikan karakteristik dari kapal – kapal keruk yang ada seperti dalam tabel 4.2. berikut :

Tabel : Karakteristik Kapal Keruk

Jenis KK	Kapasitas Maksimum (m3/jam)	Batas Kerja (Tinggi Gel) (m)	Kedalaman Keruk (m)	Tebal Kerukan (m)	Cara Gerak	Ciri Khusus
Penghisap Lumpur (TSHD)	4000	1,0 - 1,5	.-27,0	0,3 - 1,0	Baling baling kapal	Cocok untuk pengerukan alur yang lurus Daya tampung besar Tidak cocok untuk tanah keras
Bor Penghisap Lumpur (CSD)	1800	0,8 - 1,0	.-35,0	2,0	Kawat penjangkar dan pasak	Harus dilengkapi dg bak pengangkut lumpur Biaya keruk mahal Pipa penyalur apung bisa rusak krn cuaca
Timba (RD)	800	0,8 - 1,0	.-18,0	1,5 - 2,0	Kawat penjangkar	Cocok untuk pengerukan jumlah besar Perlu tempat pengerukan yang luas
Ember Cangkram (CD)	1200	0,5 - 1,0	.-80,0	2,0 - 3,0	Kawat pengikat	Mengeruk sejumlah kecil tanah Bisa mengeruk di tempat sempit Kedalaman kerukan hampir tak terbatas Biaya keruk tinggi
Cangkram (DD)	240	0,8 - 1,0	.-18,0	4,0 - 5,0	Pasak dan lengan	Cocok untuk tanah keras Biaya keruk tinggi
Pemecah batu (RB)	40	0,5 - 0,8				

Tabel 4.2. Karakteristik kapal keruk

Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah dapat memenuhi kriteria awal berdasarkan kondisi pengendapan dan kondisi umum alur sungai di Pelabuhan Sintete Pontianak sebelum diperhitungkan secara teknis dan ekonomis.

Kriteria tersebut yaitu:

- Dapat mengeruk secara efisien, dan dapat bekerja dengan cepat sesuai dengan tingkat pengendapan dan volume pengerukan yang cukup tinggi
- Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah memiliki sarat yang cukup rendah, $\leq 2,5$ m.

Untuk pekerjaan pengerukan alur muara sungai menuju Pelabuhan Sintete Pontianak, ada beberapa jenis kapal keruk yang perlu dianalisa dengan kondisi geografis sungai tersebut, yaitu sebagai berikut :

a. Trailing Suction Hopper Dredger

Tipe kapal keruk ini sesuai untuk melaksanakan *capital dredging* maupun *maintenance dredging*, baik di pelabuhan, alur sungai, maupun muara sungai. Digunakan secara luas di seluruh dunia dengan kapasitas volume bak pengangkut / *hopper* yang bervariasi dari $500 \div 23000 \text{ m}^3$. Kekurangan utama TSHD adalah kedalaman minimum yang diperlukan yang tentunya lebih besar dari sarat kapal maksimum, sekitar $6 \div 10$ m, tergantung dari ukuran kapal itu sendiri dan kapasitas bak penampungnya.

b. Cutter Suction Dredger

Kapal ini merupakan jenis kapal keruk stationer, Ketika beroperasi, posisinya ditunjang oleh dua buah *spud* dibelakang dan jangkar dibagian muka. Tanah yang dikeruk dipecah-pecah oleh *cutter* dan secara hidrolis dihisap oleh

satu atau lebih pompa hisap lalu dialirkan melalui pipa terapung atau dimuatkan ke tongkang yang akan berlayar menuju ke areal pembuangan (*dumping area*).

Kekurangan kapal keruk ini adalah posisinya yang tetap akan mempengaruhi pelayaran, juga terbatas dalam mengerjakan pengerukan di areal yang terbuka.

c. Kapal keruk grab, backhoe atau bucket

Yang termasuk kelompok kapal keruk jenis ini antara lain *grab*, *backhoe*, dan *bucket* yang dikenal luas penggunaannya diseluruh dunia. Material yang telah dikeruk dimuat oleh tongkang yang berlayar dari dan menuju *dumping area*. Kapal keruk jenis ini sesuai untuk mengeruk daerah yang kecil dan terlindung. Di lepas pantai yang melibatkan volume keruk dalam jumlah sangat besar dan *dumping area* yang jauh, kapasitas pengerukan yang ada terlalu kecil sehingga tidak efisien.

d. Plain Suction Dredger (tanpa cutter)

Hampir sama dengan cutter suction dredger, hanya saja kapal keruk jenis ini tidak dilengkapi dengan cutter / bor sehingga hanya cocok untuk mengeruk tanah lunak. Kapal keruk jenis ini sangat sesuai untuk melakukan *capital dredging* yang melibatkan tanah lunak, memompakan material keruk dari jarak yang jauh menuju daratan atau lepas pantai, dan pengerukan pada daerah yang dangkal.

Dari hal-hal yang tersebut diatas, dapat dilihat bahwa TSHD tidak dapat dipertimbangkan sebagai alat keruk utama dalam pengerukan alur sungai ini, mengingat kedalaman alur yang lebih dangkal dari – 5 m, sehingga kapal TSHD tidak bisa dipergunakan pada kapasitas maksimum karena keterbatasan sarat. Sedangkan kapal keruk mekanis (*grab*, *backhoe*, *bucket*) terlalu kecil kapasitas

keruknya dibandingkan volume pengerukan sehingga akan membutuhkan banyak kapal yang tidak menguntungkan secara ekonomis. Penggunaan cutter / bor hanya sesuai untuk jenis material yang keras sehingga tidak sesuai untuk pekerjaan pengerukan ini.

Selain itu dari hasil pengamatan sedimen dasar di perairan Sungai Kapuas yang dilakukan oleh Oseanologi Nasional, sedimen dasar di perairan Sungai Kapuas sebagian besar berupa lumpur yang terdiri dari lempung yang bercampur pasir, serta dengan hasil penentuan jenis kapal keruk yang sesuai dengan jenis tanah yang akan dikeruk, dan karakteristik kapal – kapal

Oleh karena itu kapal keruk yang sesuai untuk pekerjaan pengerukan alur sungai menuju Pelabuhan Sintete Pontianak adalah kapal keruk jenis *plain suction dredger* (kapal keruk hisap tanpa cutter) mengingat jenis material keruk yaitu lumpur halus yang kaya kandungan air, sarat air yang rendah, serta kecepatan produksinya yang cukup tinggi.

4.2. Dumping

4.2.1. Penentuan area dumping

Dumping area ini sangat perlu ditentukan dengan baik agar tidak terjadi pengendapan kembali material yang telah dikeruk. Ada beberapa alternatif letak dumping area:

- Dumping di daratan (di tepi sungai)

Material keruk diarahkan ke daratan di tepi sungai sebagai tanah reklamasi. Di masa mendatang daerah reklamasi ini dapat dimanfaatkan

untuk daerah industri atau perluasan pelabuhan mengingat keterbatasan Pelabuhan Sintete Pontianak, walaupun masih memerlukan perawatan khusus sebelum benar-benar bisa dimanfaatkan.

- Dumping di laut lepas

Material keruk diangkut atau dialirkan menuju ± 9 km dari muara sungai sehingga kecil kemungkinan terjadi pengendapan ulang.

Kedua alternatif tersebut akan digunakan untuk membuang hasil kerukan secara optimal.

4.2.2. Penentuan metode *dumping*

Ada dua alternatif metode *dumping* yang bisa digunakan:

1 Menggunakan pipa terapung / *floating pipeline*

Untuk mengangkut material keruk menuju dumping area di lepas pantai, dapat digunakan transportasi hidrolis melalui pipa terapung, mengingat material keruk yang kaya kandungan air. Menurut studi DETEC, transport hidrolis material keruk sampai dengan jarak 9 km bisa dilakukan dan masih dalam batas ekonomis. Lebih dari jarak itu akan memerlukan *booster* yang akan sangat tidak ekonomis.

2 Menggunakan bak lumpur bercelah / *split barge*

Split barge mengangkut material keruk menuju *dumping area*. *Split barge* mempunyai bukaan di dasarnya sehingga dapat membuang material keruk yang dibawanya dengan cepat. Dalam proses pengerukan ini diperkirakan produksinya adalah sebesar 2000 m³/jam. Bila perbandingan material keruk dan air adalah 1:4 maka volume yang dikeruk

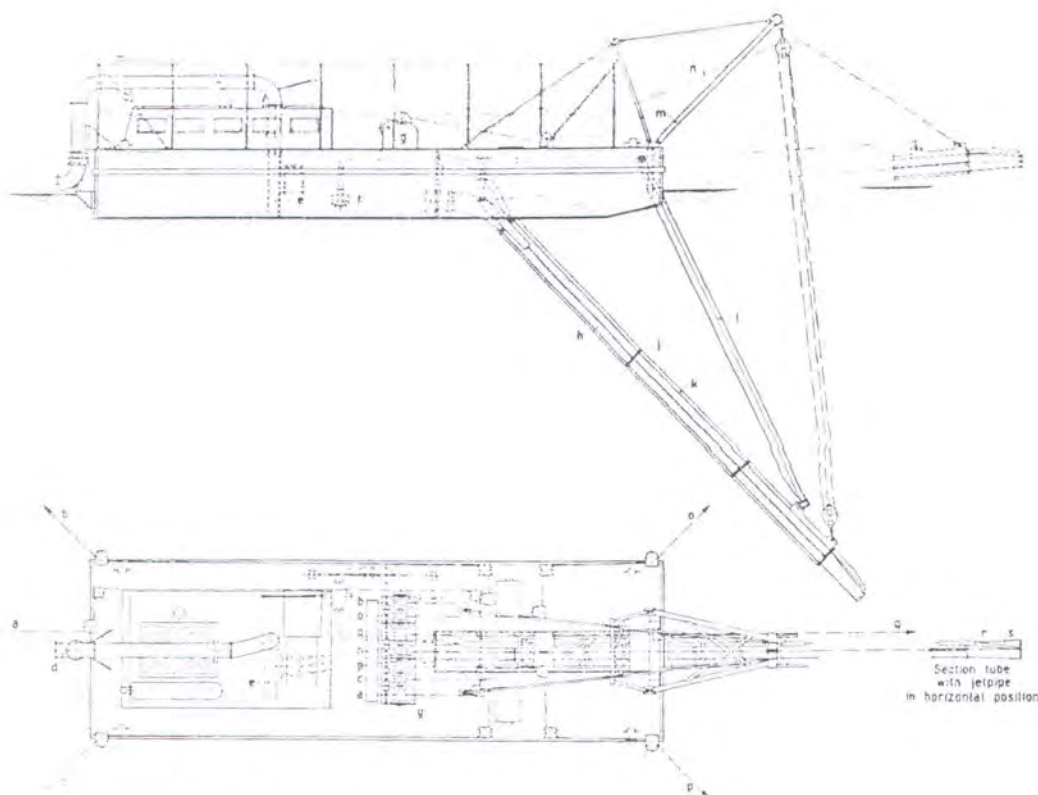
adalah $8000 \text{ m}^3/\text{jam}$. Bila *split barge* tersebut mempunyai volume 2000 m^3 , maka diperlukan sedikitnya 4 *split barge* pada awal kerja.

Untuk mengangkut menuju dumping area di lepas pantai diperlukan jarak tempuh sampai dengan 20 km (satu trip). Bila kecepatan rata-rata *split barge* yang ditarik tongkang adalah 8 knot $\approx 15 \text{ km/jam}$ maka dalam satu trip diperlukan waktu $20/15 = 1,33 \text{ jam}$. Sehingga dibutuhkan lebih dari 4 *split barge* untuk pengerukan ini, yang tidak memungkinkan secara ekonomis. Selain itu penggunaan *split barge* rawan resiko keterlambatan yang akan menghambat operasional pengerukan secara keseluruhan

Dari dua alternatif diatas, transportasi hidrolis melalui pipa terapung dianggap sebagai satu-satunya cara untuk mengangkut material keruk menuju ke *dumping area* baik di lepas pantai maupun di daratan (areal reklamasi), karena dapat membuang dengan cepat dan ekonomis serta mengurangi resiko keterlambatan.

4.3. Penentuan Dimensi Kapal Keruk

Kapal keruk tipe *plain suction* yang akan direncanakan pada dasarnya merupakan pompa hisap terapung. Karena itu harus dihitung besarnya dimensi tongkang serta kapasitas dan daya pompa hisapnya.



Gambar 4.1. Kapal keruk jenis *plain suction*

4.3.1. Pemeriksaan Kedalaman Dan Perhitungan Volume Pengerukan

Pemeriksaan Kedalaman suatu alur pelayaran secara sederhana dilakukan dengan cara meletakkan ke laut tali yang telah dibebani oleh pemberat (misalnya timah) dan diberikan ukuran mulai dari ujung pemberat tersebut. Untuk suatu daerah yang luas serta ombak yang besar ternyata cara ini kurang efektif dan kurang efisien. Ada cara lain yang lebih efektif, yaitu dengan menggunakan alat elektronis yang diberi nama “*Echo Sounders*”. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan mengirimkan getaran pulsa pendek secara periodik dari lunas kapal yaitu antara (500-600) pulsa setiap menit. Getaran tersebut diteruskan secara vertikal ke bawah dan dasar sungai memantulkan kembali pulsa – pulsa tersebut dan diterima

kembali oleh oscilator (penerima) yang ditempatkan di bagian lunas kapal yang sama.

Cara yang digunakan untuk perhitungan volume lumpur, diantaranya seperti yang dilakukan oleh PT (Persero) Rukindo yaitu dengan membagi luasan daerah yang dikeruk menjadi beberapa area (spot), misal spot I, 75 m x 75 m, spot II, 100 m x 100 m tergantung dari luasan daerah tersebut. Kemudian masing – masing dihitung volumenya setelah itu dijumlahkan.

Untuk perhitungan volume keruk di daerah muara Sungai Kapuas ini luas untuk masing – masing spot (area) adalah 500 m x 75 m, artinya panjang 500 m dan lebar 75 m. Sedang tingginya diperoleh dari perhitungan sarat rata – rata di dalam area tersebut. Karena kita mempunyai sarat kedalaman yang diinginkan, maka sarat yang direncanakan tersebut dikurangi dengan sarat rata – rata, sehingga volume dapat dihitung dengan mengalikan selisih sarat tersebut dengan luasan area.

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂

Untuk spot 110 – 105, jumlah titik sounding 78 buah titik dimana jarak tiap titik 35 m.

$$T \text{ rata – rata} = \frac{\text{Jumlah.total.sarat.area.spot110 – 105}}{\text{Jumlah.titik.sounding}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Sarat rata – rata} \times \text{luas area} \\ &= T \text{ rata – rata} \times 500 \text{ m} \times 75 \text{ m} \dots(\text{m}^3) \end{aligned}$$

Untuk volume total didapat dengan menjumlahkan volume masing – masing area (spot).

(Untuk perhitungan volume masing – masing spot dapat dilihat di lampiran A)

4.3.2. Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa Hisap

Kegunaan dari pompa hisap adalah mengangkut campuran air dan partikel tanah yang akan dipindahkan menuju ke *dumping area* melalui pipa hisap, pompa, dan pipa pembuangan. Tugas utama pompa adalah:

- menaikkan material yang dihisap dari dasar laut, ke mulut hisap pipa (*suction head*)
- menaikkan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan
- mengambil campuran masuk kedalam tabung pipa hisap

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan kapasitas dan daya pompa adalah :

- Kapasitas

Dikatakan juga sebagai debit aliran, hal ini ditentukan berdasarkan permintaan dari perusahaan.

- Kondisi isap

Merupakan tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa.

- Kondisi keluar

Merupakan tinggi permukaan air keluar ke level pompa.

- Head total pompa

Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi di atas.

- Jenis zat cair

Zat cair yang akan dipompa adalah air tawar, air laut, minyak, atau zat kimia.

- Penggerak

Dapat berupa motor listrik, motor bakar torak, dan lain-lain.

- Jumlah pompa

Pompa yang digunakan satu buah, dua buah, atau lebih dari dua buah pompa, dan biasanya atas pertimbangan ekonomi serta tersedianya pompa di pasaran.

- Kondisi kerja

Pompa digunakan terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam satu tahun.

Dari beberapa kriteria di atas maka dapat direncanakan/dihitung besar BHP pompa yang nanti akan digunakan oleh kapal keruk. Diasumsikan produksi rata-rata adalah $2.000 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan perbandingan volume material keruk dengan air adalah sebesar 1:4. Untuk menghitung BHP pompa terlebih dahulu ditentukan kapasitas pompanya, yaitu $4 \times 2.000 = 8.000 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Dari buku *Ships and Marine Engines Vol. V*, Ir. A. Roorda, MRINA, dapat dihitung besarnya daya pompa yang dibutuhkan.

1. Menghitung head total pompa (H_t)

- Head of entering resistance (H_e)

$$H_e = \frac{\zeta \times v^2}{2 \times g}$$

$$H_e = \frac{0,5 \times 1,0004^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_e = 0,026 \text{ m}$$

dimana:

ζ : koefisien yang harganya tergantung pada bentuk dan ukuran mulut hisap, umumnya sebesar 0,5

v : kecepatan campuran pada pipa dalam m/det. Harganya
 $3,28 \text{ feet/detik} = 1,0004 \text{ m/s}$

- Head of velocity (H_v)

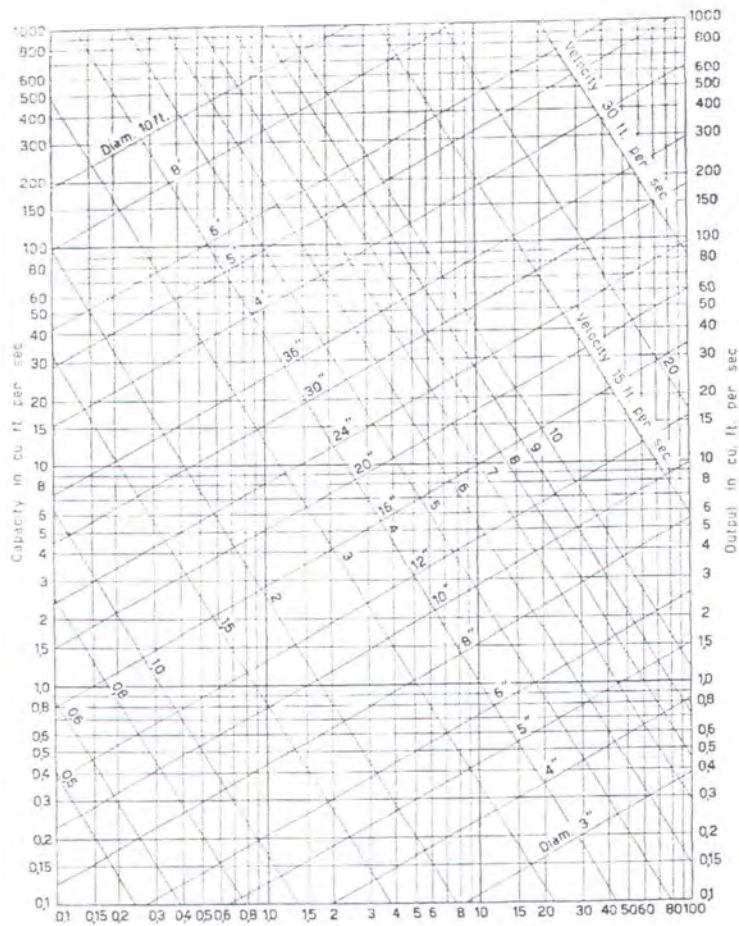
$$H_v = \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_v = \frac{1,0004^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_v = 0,05 \text{ m}$$

- Head of pipeline resistance (H_f)

Dari grafik dibawah ini didapatkan harga H_f untuk setiap 1000 m panjang pipa dengan diameter pipa 30" dan kapasitas pompa 8000 m^3/jam .



Gambar 4.2. Grafik head tahanan gesek

Dari grafik diatas dapat ditentukan besarnya H_f yaitu sebesar 0,26 m per 1000 m panjang pipa. Untuk panjang pipa 8000 m maka besarnya H_f adalah $9 \times 0,26 = 2,34$ m.

- Suction Head (H_z)

$$H_z = 17 \text{ m.}$$

Maka Head total pompa (H_t) dapat dihitung :

$$\begin{aligned} H_t &= H_e + H_v + H_f + H_z + H_s \\ &= (0,026 + 0,05 + 17 + 3) \text{ m} \\ &= 20,076 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung BHP pompa:

$$BHP = \frac{Q \times H_t}{75 \times \eta}$$

$$BHP = \frac{\left(\frac{8000 \times 1312,5}{3600} \right) \times 20,076}{75 \times 0,7}$$

$$BHP = 1115,334 \text{ HP} = 832,039 \text{ kW}$$

di mana :

Q : kapasitas pompa = 8.000 m³/jam

H_t : head total pompa = 20,076 m

η : efisiensi pompa, diasumsikan 70 %

Dari katalog pompa dipilih pompa merk ESCO - TIANYI jenis *LW Volute Casing Centrifugal Pump* dengan spesifikasi:

- Type : 1200LW-48J
- Kapasitas : 11160 m³/jam
- Head : 27 m
- Efisiensi : 88%
- Daya : 934 kW
- Berat : 42,3 ton

4.4. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan Ukuran Utama kapal dilakukan dengan metode optimisasi dengan menggunakan kapal – kapal keruk yang telah ada sebagai kapal pembanding. Data – data kapal pembanding tersebut dapat dilihat dilampiran.

Dari data – data kapal pembanding diatas dicari fungsi penduga dengan menggunakan analisa regresi, perhitungan analisa regresi ini dibantu dengan software Minitab release 13.20 (lihat Lampiran B). Fungsi penduga tersebut adalah $Disp. = f (L, B, T)$, dari software Minitab didapat persamaan regresinya $Disp. = - 117 + 4.94 Lwl + 9.4 B + 37.8 T$.

4.4.1. Design Variable

Variabel – variabel dalam proses optimisasi ini meliputi data ukuran utama kapal :

- Panjang (L)
- Lebar (B)
- Tinggi (H)
- Sarat (T)
- Kecepatan kapal (Vs), untuk kapal tunda

Sebagai nilai awal (initial Value) dari design variable diatas diambil data ukuran utama rata – rata dari kapal pembanding sebagai berikut :

- Panjang (L) : 38.55 m
- Lebar (B) : 11.37 m
- Tinggi (H) : 3.14 m
- Sarat (T) : 2.06 m
- Kecepatan kapal tunda (Vs) : 8 Knot

Data ukuran utama kapal tersebut dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Kapal tersebut menggunakan alat suction dan metode dumping yang sama dengan kapal yang dirancang.
- Kapal tersebut beroperasi di daerah yang sama dengan daerah operasi yang direncanakan, yakni Sungai Kapuas.

4.4.2. Constraint

Dalam proses optimisasi disini, constraint (batasan) yang dipakai adalah :

- Ratio L / B : 2.10 ~ 5.58
- Ratio B / T : 3.53 ~ 8.72
- Ratio H / T : 1.14 ~ 2.18
- Ratio L / H : 8 ~ 15.15

kesemua batasan ratio ukuran utama diatas di dapat dari ratio rata – rata ukuran utama kapal pembanding. (lihat lampiran)

- Kecepatan (V_s) : dibatasi 8 ~ 10 Knot.
- Displacement,

Displacement yang direncanakan dari komponen – komponen LWT + DWT harus sama dengan displacement dari sarat perencanaan (LWT + DWT = $L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot 1.025$)

Komponen – komponen LWT terdiri dari:

- Berat baja tongkang (W_{st}) = $S_c \times C_n / 100$ ton (Basic Naval Architecture)
 $S_c = 0,22$ untuk barge (tongkang)
 $C_n = (L \times B \times H) / 100$ (feet cubic)
- Berat Accomodation deck (W_{ad}) = $0,1185 \times V$ (LR '64)
- Machinery Outfitting & Electric Outfitting Weight

- Berat outfit dan akomodasi
- Allowance (W_{RES}) = 2 - 3 % LWT

Komponen – Komponen DWT terdiri dari:

- Berat Fuel Oil (untuk genset utama dan genset bantu)
$$W_{FO} = (P_{b_{mg}} \cdot b_{mg} + P_{bag} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$
- Berat Lubrication Oil / minyak pelumas
$$W_{LO} = (P_{b_{mg}} \cdot b_{mg} + P_{bag} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$
- Berat fresh water / air tawar
 - Untuk minum: 10 kg/orang/hari
$$= 13 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 0,91 \text{ ton}$$
 - Untuk mandi dan cuci: 100 kg/orang/hari
$$= 13 \text{ orang} \cdot 100 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 9,1 \text{ ton}$$
 - Untuk pendingin mesin: 2 ÷ 5 kg / HP
$$= (2 \times 1855) + (2 \times 395) = 4,5 \text{ ton.}$$
- Berat provision 3 kg/orang/hari
$$= 13 \text{ orang} \cdot 3 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 0,273 \text{ ton}$$
- Berat crew diambil rata-rata 75 kg /orang dan bagasi = 10 kg
$$= 13 \text{ orang} \cdot 75 \text{ kg /orang} \cdot 10^{-3} = 1,1050 \text{ ton (pekerja)}$$

4.4.3. Objective Function

Objective function dalam proses optimisasi ini adalah meminimumkan total cost:

$$Obj = \min (\text{total cost})$$

$$\text{Total Cost} = \text{Fixed Cost} + \text{Variable Cost}$$

Fixed cost terdiri dari :

- Investasi awal, terdiri dari:
 - Biaya Lambung Kapal
 - Biaya mesin pompa
 - Biaya Alat Hisap
 - Biaya pipa buang
- Biaya Asuransi: 1% / tahun dari investasi awal
- Biaya perawatan dan perbaikan kapal: 1,5% dari harga kapal
- Biaya perbaikan dan perawatan alat tangkap: 2% dari harga alat hisap.
- Biaya ABK: Gaji + Tunjangan /bulan
- Makan / hari / orang
- Biaya survei

Untuk perhitungan secara lengkap ada di Bab V-2. (lihat lampiran B)

Variable Cost terdiri dari:

- Biaya Bahan Bakar
- Biaya Minyak Lumas
- Biaya Air Tawar

Untuk perhitungan secara lengkap ada di Bab V-4. (lihat lampiran B)

4.4.4. Hasil Optimisasi

Setelah dilakukan running di program Microsoft. Excel Solver, di dapatkan solusi yang memenuhi semua batasan dan kondisi optimisasi sebagai berikut:

- L : 38.40 m
- B : 10.97 m
- H : 2.74 m
- T : 2.41 m
- Vs : 8 Knot

Dengan nilai Fixed cost : Rp. 158.801.818,72

Variable Cost : Rp. 765.468.354,17

Total Cost : Rp. 924.270.172,89

Untuk selanjutnya ukuran utama tersebut dipakai dalam semua perhitungan dan perencanaan.

4.5. Penentuan Jumlah Crew

Jumlah crew untuk kapal keruk suction dredger ini sebanyak 13 orang,

Adapun pembagiannya adalah :

Bagian Deck :

- Pimpinan Umum
- Operator Keruk, terdiri dari :
 - Mandor Keruk harian = 1 orang
 - Petugas Keruk harian = 2 orang
- Operator Listrik, terdiri dari :
 - Petugas Listrik harian = 1 orang
- Kelasi = 2 orang
- Koki = 1 orang

- Sopir Kapal Tunda + bag umum = 1 orang

Bagian Mesin :

- Kepala Kamar Mesin = 1 orang
- Petugas Mesin harian = 2 orang
- Juru Minyak = 1 orang

4.6. Perencanaan Genset Utama

Genset utama tersebut harus dapat mengcover semua peralatan yang memakai tenaga listrik secara bersama - sama.

Adapun peralatan yang memakai tenaga listrik :

a. Winch

Dari buku *Marine Auxiliary Machinery and System*, M.Khetagurov dapat ditentukan besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan winch.

Ada dua macam winch yang digunakan, yaitu:

1. Untuk menaikkan dan menurunkan ladder
- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (p \cdot k)$$

Dimana : P = Berat ladder yang diangkat/diturunkan (60 ton)

Q = Berat cargo hook dan shackle

$$= (0,0022 - 0,0028) \cdot P, \text{ diambil } 0,0022$$

$$= 0,0022 \cdot 60.000 = 132 \text{ kg}$$

p = efficiency 1 pulley, diambil 1

k = faktor keamanan

Sehingga:

$$T_b = (60.000 + 132) / (1 \cdot 0,95) = 63297 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{wb} = D_d + d_r (2z - 1) \text{ m}$$

Dimana:

$$D_d = \text{Diameter drum (} 16,5 \div 18 \text{) } d_r \text{ dan max} = 0,4$$

diambil max 0,4

$$d_r = \text{Diameter tali} = D_d / 17 = 0,0235 \text{ m}$$

z = Jumlah lilitan tali pada drum (< 8); diambil 7 lilitan

$$\text{Maka : } D_{wb} = 0,4 + 0,0235 \{2 (7) - 1\} = 0,7055 \text{ m}$$

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

$$M_{bd} = 0,5 \cdot D_{wb} \cdot T_b / b$$

Dimana b = efficiency winch barrel, diambil 0,8

$$\text{Maka: } M_{bd} = 0,5 \cdot 0,7055 \cdot 63297 / 0,8$$

$$= 27910,02 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

$$i_{wd} = n_m / n_{wb}$$

dimana :

n_m = putaran poros motor listrik ($500 \div 3000$) rpm, diambil 2000 rpm

n_{wb} = kecepatan putar dari barrel

$$= 19,1 \cdot (V_{td} / D_{wb})$$

V_{td} = kec.mengangkat beban ($0,33 \div 0,5$) m/dt , diambil 0,4 m/dt



$$= 24 \text{ m/menit}$$

$$nwb = 19,1 \cdot (24/0,7055) = 649,75 / \text{menit}$$

$$\text{sehingga : } iwd = 2000 / 649,75 = 3,078$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

$$Mmd = Mbd / (iwd \cdot wd)$$

Dimana : $wd = \text{efficiency keseluruhan } (0,65 \div 0,75)$, diambil 0,7

Sehingga :

$$Mmd = 27910,02 / (3,078 \cdot 0,7)$$

$$= 1295,3689 \text{ kg m}$$

- Tenaga cargo winch:

$$Ne = Mmd \cdot nm / 71620 \text{ Hp}$$

Dimana :

$$Mmd = \text{torsi yang timbul pada poros penggerak} = 1295,3689 \text{ kg m}$$

$$nm = \text{putaran poros motor listrik } (2000 \text{ rpm})$$

Sehingga :

$$Ne = 1295,3689 \cdot 2000 / 71620$$

$$= 361,73 \text{ Hp, diambil } 360 \text{ Hp}$$

2. Untuk menaikkan dan menurunkan jangkar

- Gaya tarik pada winch barrel

$$Tb = (P + Q) / (p \cdot k)$$

$$\text{Dimana : } P = \text{Berat jangkar yang ditarik } (1808,83 \text{ kg})$$

$$Q = \text{Berat cargo hook dan shackle}$$

$$= (0,0022 - 0,0028) \cdot P, \text{ diambil } 0,0022$$

$$= 0,0022 \cdot 1808,83 = 3,979 \text{ kg}$$

p = efficiency 1 pulley, diambil 1

k = faktor keamanan

Sehingga:

$$T_b = (1808,83 + 3,979) / (1 \cdot 0,95) = 1908,22 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{wb} = D_d + d_r (2z - 1) \text{ m}$$

Dimana: D_d = Diameter drum (16,5 - 18) dr dan max = 0,4
diambil max 0,4

$$d_r = \text{Diameter tali} = D_d / 17 = 0,024 \text{ m}$$

z = Jumlah lilitan tali pada drum (< 8); diambil 4 lilitan

$$\text{Maka : } D_{wb} = 0,4 + 0,024 \{2(4) - 1\} = 0,568 \text{ m}$$

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

$$M_{bd} = 0,5 \cdot D_{wb} \cdot T_b / b$$

Dimana b = efficiency winch barrel, diambil 0,8

$$\text{Maka: } M_{bd} = 0,5 \cdot 0,568 \cdot 1908,22 / 0,8$$

$$= 677,418 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

$$i_{wd} = n_m / n_{wb}$$

dimana :

n_m = putaran poros motor listrik (500 ÷ 3000) rpm,

diambil 2000 rpm

n_{wb} = kecepatan putar dari barrel

$$= 19,1 \cdot (V_{td} / D_{wb})$$

V_{td} = kec. mengangkat beban $(0,33 \div 0,5)$ m/dt , diambil

0,4 m/dt

= 24 m/menit

$$n_{wb} = 19,1 \cdot (24 / 0,568) = 807,04/\text{menit}$$

$$\text{sehingga : } i_{wd} = 2000 / 807,04 = 2,48$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

$$M_{md} = M_{bd} / (i_{wd} \cdot w_d)$$

Dimana : w_d = efficiency keseluruhan $(0,65 \div 0,75)$, diambil 0,7

Sehingga :

$$M_{md} = 677,418 / (2,48 \cdot 0,7)$$

$$= 390,218 \text{ kg m}$$

- Tenaga cargo winch:

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 71620 \text{ Hp}$$

Dimana :

M_{md} = torsi yang timbul pada poros penggerak = 390,218 kg m

n_m = putaran poros motor listrik (2000 rpm)

Sehingga :

$$N_e = 390,218 \cdot 2000 / 71620$$

$$= 10,896 \text{ Hp} \text{ diambil } 11 \text{ Hp}$$

Direncanakan kapal ini menggunakan jangkar sebanyak 6 buah sehingga

11×6 kali, yaitu sebesar 66 HP.

b. Electro motor + pompa

Pompa ballast = 30 HP

Pompa bahan bakar = 30 HP

Pompa air tawar = 10 HP

Pompa keruk = 1245 HP

Untuk melayani kebutuhan listrik pada item-item diatas diasumsikan daya yang dibutuhkan 1705 HP.

3. Untuk penerangan dan komunikasi

Untuk kebutuhan penerangan dan komunikasi diasumsikan dibutuhkan daya sebesar 40 HP.

Total daya yang dihasilkan generator utama adalah sebesar 1745 HP. Dari katalog mesin didapatkan generator utama merk STX dengan spesifikasi sebagai berikut:

Type : KTTA50G2

Daya : 1855 HP

Fuel consumption : 560 g/hr

Berat : 23 ton

Untuk generator bantu daya yang dibutuhkan adalah sebesar 20% daya generator utama yaitu 371 HP. Dipilih merk STX dengan spesifikasi:

Type : NT855G6

Daya : 395 HP

Fuel consumption : 230 g/hr

Berat : 9 ton

4.7. Perencanaan Ruang Akomodasi

Ruang akomodasi harus dibuat dari material yang tahan api dan sesuai dengan metode perlindungan terhadap api. Stairway dan corridor, juga termasuk jalan darurat harus mempunyai perlindungan terhadap api secara lebih spesial. Ruang crew harus terlindung dari panas, dingin, dan pengembunan. Direncanakan ada 3 macam ruang yaitu:

- Ruang tidur
- Mess room
- Ruang saniter

Dalam penyusunan ruang-ruang akomodasi harus mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku, dan diuraikan sebagai berikut :

1. Ruang tidur

Ketentuannya adalah sebagai berikut :

- Tidak boleh ada bukaan ke dalam ruang tidur dari ruangan untuk muatan, ruang mesin, dapur, saniter, paint room, dan drying room
- Tinggi ruangan minimum 1,9 m, diambil tinggi ruangan 2,4 m
- Tinggi tempat tidur tidak boleh kurang dari 76 cm dan lebih dari 193 cm
- Kapasitas maksimum 2 orang per kabin

Ukuran-ukuran yang digunakan di dalam ruang akomodasi :

Tempat tidur : 200×80 cm

Meja kerja : 100×50 cm

Lemari : 120×60 cm

Kursi : 40×40 cm

2. Mess room

Di setiap kapal harus tersedia mess room yang cukup dan diletakkan berdekatan dengan dapur atau ruang makan. Ukuran-ukuran yang digunakan di dalam mess room:

Meja: 200×100 cm

Kursi: 40×40 cm

3. Fasilitas saniter

Setiap kapal harus dilengkapi dengan fasilitas ini yaitu yang termasuk di antaranya adalah wastavel, laundry, toilet, bak mandi/shower bath.

Ketentuan yang harus dipenuhi :

- Washroom dan toilet harus tersedia sedikitnya satu untuk delapan orang crew dan untuk chief harus memiliki fasilitas saniter pribadi
- Untuk penggunaan yang tidak menggunakan fasilitas pribadi harus disediakan dengan perincian:
 - Satu kamar mandi untuk setiap delapan orang crew.
 - Satu wastavel untuk setiap enam orang.
 - Dapat dikurangi bila anak buah kapal kurang dari 100 orang dan waktu pelayaran kurang dari empat jam.

4. Dry provision store room

Adalah gudang untuk menyimpan bahan makanan kering yang harus ditempatkan di dekat galley dan pantry bila keadaan memungkinkan.

5. Cold store room (freezer)

Adalah gudang tempat menyimpan bahan makanan basah yang biasanya terdiri dari :

- meat room: tempat menyimpan daging dengan temperatur maksimum 18° F.
- vegetable room: tempat menyimpan sayuran dan buah-buahan dengan temperatur maksimum 35° F

Luas ruang seluruh provision store adalah $0,8 \div 1 \text{ m}^2$ per orang, di mana untuk cold store room adalah sepertiga sampai setengah darinya.

6. Galley (dapur)

Ketentuan yang harus dipenuhi :

- Diletakkan di dekat mess room dan provision store
- Harus terhindar dari asap, debu, dan tidak boleh berhubungan langsung dengan ruang tidur
- Dapur harus dilengkapi dengan exhaust fan yang menghisap bau dan asap yang keluar
- Dapur yang terletak pada open deck harus mempunyai opening pada sisi dan ujungnya untuk ventilasi
- Luas dapur diperkirakan sebesar $0,5 \text{ m}^2$ per ABK

Untuk keperluan navigasi digunakan lampu navigasi sebagai berikut:

1. Mast head light / lampu tiang agung

- Warna lampu putih

- Sudut penerangan 225° ke depan
- Diletakkan di sisi depan tiang dan harus dapat dilihat dari jarak 2 ÷ 5 mil
- Mast head light ini ada dua lampu yaitu fore mast head light dan after mast head light

2. Anchor light

- Warna lampu putih
- Dipasang pada saat lego jangkar
- Sudut penerangan 360°
- Tinggi dari main deck 23 feet = 7 m
- Letak di forecastle
- Dapat terlihat dari jarak 3 mil terhadap kapal

3. Side light

- Pada sisi kanan kapal (starboard) warna lampu hijau
- Pada sisi kiri kapal (port side) warna lampu merah
- Sudut penerangan $112,5^{\circ}$ dan dapat terlihat dari jarak 2 mil

4. Stern light

- Warna lampu putih
- Diletakkan pada buritan kapal dan terletak di tengah-tengahnya
- Sudut penerangan 135°
- Tingginya kurang dari anchor light atau 2 m dari main deck

4.8. Perhitungan Volume Ballast Air

4.8.1. Perhitungan LWT

a. Berat baja barge

$$W_{st} = S_c \times C_n / 100 \text{ ton} \quad [\text{Basic Naval Architecture}]$$

$$S_c = 0,22 \dots\dots\dots \text{ untuk barge}$$

$$C_n = \text{Cubic number (feet cubic)}$$

$$= (L \times B \times H) / 100 \text{ (feet cubic)}$$

$$W_{st} = 0,22 \times (38,40 \times 10,97 \times 2,41 \times 35,315) / 100$$

$$= 115,8212 \text{ ton}$$

Ditambah berat ladder = 60 ton.

b. Berat accomodation deck

$$W_{ad} = 0,1185 \times V \quad [\text{LR '64}]$$

$$= 0,1185 \times [10 \times 8 \times 2,4]$$

$$= 22,7520 \text{ ton}$$

c. Berat instalasi permesinan

$$\text{Berat genset utama (1855 HP)} = 23000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat genset bantu (395 HP)} = 9000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pompa keruk} = 42300 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pompa-pompa (ballast, bahan bakar, air tawar, jig)}$$

$$= 8000 \text{ kg}$$

$$\text{Elektromotor + winch} = 4000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat} = 86,3 \text{ ton}$$

- d. Berat outfit & akomodasi

$$\begin{aligned} W_{oa} &= 5\% W_{st} \\ &= 5\% \times 115,8212 \text{ ton} \\ &= 5,791 \text{ ton} \end{aligned}$$

- e. Berat cadangan

$$\begin{aligned} W_{res} &= (2 \div 3)\% \text{ LWT, diambil } 3\% \\ &= 8,7199 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } LWT_{total} = 207,2931 \text{ ton}$$

4.8.2. Perhitungan DWT [Poehls, H, 1982]

Tangki-tangki pada kapal pengisiannya direncanakan setiap 7 hari sekali.

- a. Berat Fuel Oil (untuk genset utama dan genset bantu)

$$W_{FO} = (P_{b_{mg}} \cdot b_{mg} + P_{b_{ag}} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$P_{b_{mg}} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi BB genset utama} = 560 \text{ g / Hph}$$

$$P_{b_{ag}} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi BB genset bantu} = 230 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 56 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (1855 \cdot 560 + 395 \cdot 230) \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 85,1756 \text{ ton} \end{aligned}$$

- b. Berat Lubrication Oil / minyak pelumas

$$W_{LO} = (P_{b_{mg}} \cdot b_{mg} + P_{b_{ag}} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana:

$$Pb_{mg} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi LO genset utama} = 10,25 \text{ g / Hph}$$

$$Pb_{ag} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi LO genset bantu} = 4,20 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 56 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (1855 \cdot 10,25 + 395 \cdot 4,20) \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 1,55 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Berat fresh water / air tawar

- Untuk minum: 10 kg/orang/hari

$$= 13 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 0,91 \text{ ton}$$

- Untuk mandi dan cuci: 100 kg/orang/hari

$$= 13 \text{ orang} \cdot 100 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 9,1 \text{ ton}$$

- Untuk pendingin mesin: $2 \div 5 \text{ kg / HP}$

$$= (2 \times 1855) + (2 \times 395) = 4,5 \text{ ton}$$

Berat total fresh water yang dibutuhkan = 14,51 ton

.d Berat provision 3 kg/orang/hari

$$= 13 \text{ orang} \cdot 3 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 0,273 \text{ ton}$$

e Berat crew diambil rata-rata 75 kg /orang dan bagasi = 10 kg

$$= 13 \text{ orang} \cdot 75 \text{ kg /orang} \cdot 10^{-3} = 1,1050 \text{ ton (pekerja)}$$

Jadi berat DWT = 111,2864 ton

4.8.3. Perhitungan Displacement

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot \gamma_{\text{air laut}} \cdot C$$

$$= 1042,556 \text{ ton}$$

$$\Delta = \text{LWT} + \text{DWT}$$

$$= 207,2931 + (111,2864 + W_{\text{ballast}})$$

Sehingga W ballast dapat diketahui:

$$W_{\text{ballast}} = 1042,556 - (207,2931 + 111,2864)$$

$$= 723.9769 \text{ ton}$$

4.9. Analisa Sensitivitas Dari Hasil Optimisasi

Metode Optimisasi yang dipakai dalam menentukan ukuran utama kapal yang mempunyai nilai cost paling minimum harus dianalisa sensitivitasnya. Seberapa sensitifkah hasil optimisasi tersebut jika ada salah satu nilai yang suatu saat berubah karena pengaruh lingkungan, waktu atau nilai uangnya sendiri.

Misalnya pengaruh naik turunnya nilai tukar mata uang Rupiah terhadap Dollar. Pada tahun sekarang 1 U\$S sama dengan Rp. 8.900,-, tetapi misalnya 5 tahun lagi belum tentu nilainya tetap sama. Oleh karena itu dalam analisa sensitivitas disini akan dibahas mengenai harga BBM yang berlaku, yaitu perubahan harga solar dan minyak pelumas.

Dalam Lampiran B, terdapat tabel yang menjelaskan perubahan harga solar dan minyak pelumas yang berakibat berubahnya nilai fixed cost dan variable cost. Sebagai acuan digunakan total cost pada saat ini yaitu Rp. 924.270.162,89. Selanjutnya diperoleh selisih perubahan terhadap acuan tersebut. Maka akan diperoleh prosentase dari perubahan tersebut. Prosentase itulah yang merupakan nilai sensitifnya data ukuran utama kapal keruk dari optimisasi tersebut terhadap pengaruh nilai naik turunnya Rupiah terhadap Dollar.



BAB V

ANALISIS EKONOMIS

BAB V

ANALISIS EKONOMIS

5.1. Analisa Kelayakan Investasi

5.1.1. Estimasi Investasi

Investasi, selain ditinjau dari sisi teknis juga harus ditinjau dari sisi ekonomis. Tinjauan aspek teknis ini penting dilaksanakan karena menyangkut *opportunity cost* yang kita keluarkan. Dari hal tersebut dapat dianalisis apakah investasi tersebut menguntungkan atau tidak dan dapat diketahui kapan investasi akan kembali. Disamping itu dapat diketahui umur ekonomis kapal, yaitu sampai kapan kapal tetap dapat dioperasikan tanpa ada kerugian-kerugian akibat operasionalnya. Demikian pula dalam proses pengerukan, dimana dalam menentukan kriteria design teknis, disamping harus sesuai dengan daerah operasinya, hasil rancangan kapal juga cukup ekonomis dan menguntungkan sehingga investasi layak dilaksanakan.

Pengadaan suatu kapal termasuk kapal keruk, yang dianalisa dari ekonomis terdiri dari dua hal penting yang perlu diperhatikan yaitu manfaat atau pemasukan, serta biaya yang dikeluarkan. Perhitungan investasi pengadaan kapal dapat menggunakan pendekatan-pendekatan dengan berdasarkan patokan harga kapal yang sejenis. Harga kapal tersebut diasumsikan konstan setiap tahun dengan mengabaikan indikator ekonomi. Asumsi yang dipergunakan dalam perhitungan ekonomis ini adalah 1 US\$ = Rp 8.900,00 (kurs per 02 Januari 2003).

a. Estimasi biaya produksi kapal keruk

Estimasi biaya produksi kapal keruk, dari buku *Ships Economics; Estimating Building and Operating Costs, I.L. Buxton, 1978*, yaitu seperti tabel dibawah ini:

No	Bagian - bagian	Prosentase
1	Mesin penggerak, yaitu mesin diesel kecepatan rendah atau sejenisnya seperti boiler, turbin, gearing, kondensor	14
2	Steelwork material, termasuk pelat, profil, dan pengelasan	9
3	Permesinan lain, seperti mesin bantu, generator, poros, pompa, dan sistem kontrol di kamar mesin	16
4	Biaya tenaga kerja, meliputi upah buruh tetapi tidak termasuk overhead	11
5	Ongkos kerja pemasangan mesin	3
6	Outfitting dan sub kontraktor, termasuk pipa perlengkapan kapal seperti tutup palkah, winch, jangkar, galley gear, dan sub kontraktor seperti insulation dan ventilasi	20
7	Biaya-biaya overhead, seperti keamanan dan tunjangan hari raya, pengawasan, listrik, dan pengeluaran-pengeluaran tetap semacam perawatan gedung, depresiasi, dan administrasi umum	20
8	Biaya tenaga kerja outfitting, tidak termasuk overhead	7
	Sub total material	59
	Sub total tenaga kerja, termasuk overhead	41
	Total	100

Tabel 5.1. Persentase biaya produksi kapal keruk

Diketahui :

$W_{st} = 115,8212 \text{ ton,}$

Untuk harga mesin pompa = $\pm \text{US\$ } 250.000 = \text{Rp. } 2.225.000.000,00$

Dari PT PAL Surabaya diperoleh harga steel plate = $\text{US\$ } 400/\text{ton.} = \text{Rp. } 412.323.457,19$



Maka diperoleh steel work material adalah $115,8212 \times \text{Rp. } 412.323.457,19 = \text{Rp. } 4.581.371.746,52$. Harga ini merupakan 9% dari keseluruhan harga kapal keruk yang dibangun (lihat tabel diatas). Total keseluruhan harga kapal adalah sebesar $\frac{100\%}{9\%} \times 412.323.457,19 = \text{Rp. } 4.581.371.746,52$.

b. Estimasi biaya produksi pipa buang

Biaya investasi untuk pengadaan pipa buang dengan $\varnothing 30'' \approx 914,4 \text{ mm}$ berikut instalasinya untuk tiap kilometer pipa adalah sebesar US\$ 12.000. Jadi untuk pipa terapung sepanjang 9 km adalah sebesar $9 \times 12.000 = \text{US\$ } 108.000$. = Rp. 961.200.000,00. Harga alat sedot lumpur = Rp. 50.000.000,00
Total keseluruhan biaya investasi adalah sebesar Rp. 7.817.571.746,52

5.1.2 Estimasi Biaya Operasional Kapal

Perhitungannya menggunakan asumsi harga bahan bakar dari Pertamina per 01 Juni 2002. Harga BBM dan minyak pelumas yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

1 liter fuel oil (HSD) = Rp 1.900,00

1 liter lubricating oil = Rp 18.000,00

1 ton fresh water = Rp 10.000,00

Ada 3 (tiga) komponen biaya operasional kapal:

- Voyage cost
- Operating cost
- Capital cost

a. Voyage Cost (VC)

1. Fuel oil cost

a. Kapal keruk

Fuel oil cost = Konsumsi BB x Harga BB

Konsumsi BB (W_{FO}) = 85,175 ton (lihat 4.7.2, hal IV-27).

Total volume selama 7 hari = $85,175 / 0,95 \text{ m}^3 = 89,657 \text{ m}^3$
= 89.657,89 liter.

Total selama 60 hari = $89.657,89 \times 60 / 7$
= 768.496,2406 liter.

Harga HSD Rp 1.900,00 per liter maka total fuel cost adalah
sebesar $768.496,2406 \times 1.900 = \text{Rp } 1.460.142.857,14$

b. Kapal tunda (Alat bantu)

Sebelum menentukan kebutuhan FO kapal tunda, lebih dulu
ditentukan jarak yang ditempuh kapal tunda.

- Pergerakan kapal keruk, dari Pelabuhan Pontianak menuju ke
muara sungai menempuh jarak $\pm 15 \text{ km} \approx 8,1 \text{ mil laut}$.

Satu trip = $2 \times 8,1 = 16,2 \text{ mil laut}$.

Dikerjakan dalam 60 hari

Total jarak tempuh selama pengerukan = $16,2 \times 60$
= 972 mil laut.

Kebutuhan FO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{FO} = (P_{b_{me}} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 972 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (360 \cdot 150) \cdot 972/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 8,5293 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume FO} &= 8,5293 / 0,95 \\ &= 8,9782 \text{ m}^3 = 8.978,21 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 8.978,21 \times 1.750 \\ &= \text{Rp } 15.711.868,421 \end{aligned}$$

2. Lubricating oil cost

a. Kapal keruk

$$\text{Lo cost} = \text{Konsumsi Lo} \times \text{harga Lo}$$

$$\text{Konsumsi Lo}(W_{LO}) = 1,55 \text{ ton (lihat 4.7.2, hal IV-27).}$$

$$\begin{aligned} \text{Total volume selama 7 hari} &= 1,55 / 0,9 = 1,722 \text{ m}^3 = 1.722,22 \\ \text{liter. Total selama 90 hari} &= 1.722,22 \times 60 / 7 = 14.761,90 \text{ liter.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga LO Rp } 18.000,00 \text{ per liter maka total LO cost adalah sebesar} \\ 14.761,90 \times 18.000 = \text{Rp } 265.714.285,712,00 \end{aligned}$$

b. Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

b_{me} = konsumsi LO kapal tunda = 2,37 g / Hph

S = radius pelayaran = 972 mil laut

V = kecepatan dinas kapal tunda = 8 knot

Jadi W_{LO} = $(360 \cdot 2,37) \cdot 972 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$
 = 0,1347 ton

Volume LO = 0,1347 / 0,9
 = 0,1497 m³ = 149,7366 liter

Fuel cost kapal tunda = 149,7366 × 18.000
 = Rp 2.695.258,8

3. Fresh water cost (air tawar)

Konsumsi air tawar(W_{LO}) = 14,51 ton (lihat 4.7.2, hal IV-27).

Total selama 90 hari = 14,51 × 60 / 7 = 124,371 ton.

Harga FW Rp 10.000,00 per ton maka total FW cost adalah sebesar
 = 124,371 × 10.000 = Rp 1.243.714,2857

b. Operating Cost (OC)

1 Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 13. Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

Imbalan prestasi (premi) rata-rata /m³/org = Rp 75,00

= $(75 \times 1.688.750) / 13$ = Rp 9.742.788,00

Uang makan Rp 20.000,00 per hari (4 x @ Rp. 5.000)

= 20.000,00 × 60 = Rp 1.200.000,00

Pakaian kerja = Rp 100.000,00

Total gaji = Rp 11.042.788,00

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan selama pengerukan berlangsung = $13 \times$

$11.042.788,00 = \text{Rp } 143.556.244$

2. Biaya Survey

Survey yang dilaksanakan meliputi:

- predredge survey
- check survey / levelling
- progress survey
- final survey

Biaya yang diperlukan diperkirakan Rp 4.000.000,00

3. Perawatan dan Perbaikan (dari PT Rukindo Surabaya)

Diambil pendekatan 1,5 % dari harga kapal pertahun

$= 1,5 \% \times \text{Rp. } 7.817.571.746,52 = \text{Rp. } 9.709.464,68$

4. Asuransi (dari PT Rukindo Surabaya)

Diambil 1 % dari harga kapal pertahun

$= 1 \% \times \text{Rp. } 7.817.571.746,52 = \text{Rp. } 6.514.643,12$

c. **Capital Cost (CC)**

$$CC = \frac{(CR - Tr_N)}{(1,0 - Tr)} \times \text{investasi}$$

Dimana :

- CRF : Capital Recovery Factor = $\frac{i \times (1 + i)^N}{(1 + i)^N - 1}$

- Tr : Tax rate = 12 %

- i : Interest rate = 16 % (tingkat suku bunga rata-rata)

- N : Lama investasi = 15 tahun

- Investasi awal = Rp. 7.817.571.746,52

$$- CR = \frac{0,16 \times (0,16 + 1)^{15}}{(1 + 0,16)^{15} - 1}$$

$$= 1,2445$$

$$- CC = \frac{(1,2445 - 0,12/15)}{(1,0 - 0,15)} \times \text{Rp. } 7.817.571.746,52$$

$$= 0,0151 \times \text{Rp. } 7.817.571.746,52$$

$$= \text{Rp. } 118.011.044,25$$

$$\text{Total Cost Per tahun} = OC + VC + CC$$

$$= \text{Rp. } 11.091.242.075,00$$

5.1.3. Estimasi pemasukan dari operasional kapal

a. Estimasi pemasukan dari biaya sewa kapal keruk

Selama ini pihak pelabuhan menyewa armada pengerukan dari pihak swasta untuk mengerjakan proyek pengerukan tersebut. Biaya sewa tersebut diasumsikan sebagai pemasukan dari operasional kapal.

Biaya sewa tersebut dapat dihitung dengan pendekatan :

$$- \text{Biaya pengerukan} = \text{Rp. } 6.850,00 / \text{m}^3 \times 1.688.750,00$$

$$= \text{Rp. } 11.567.937.500,00$$

$$- \text{Administrasi / mobilisasi} = \text{Rp. } 400.000,00$$

$$\text{Total biaya sewa} = \text{Rp. } 11.568.337.500,00$$

b. Estimasi pemasukan tambahan

Untuk menambah biaya pemasukan yang nantinya dapat membantu mempercepat proses pengembalian biaya investasi maka direncanakan kapal keruk tersebut akan disewakan ke tempat – tempat lain, dengan catatan bahwa kondisi tempat yang akan dikeruk harus sesuai dengan kondisi geografis sungai Kapuas dan Pelabuhan Pontianak. Ada beberapa tempat yang memiliki kesamaan kondisi geografis, daerah tersebut adalah Pelabuhan Sintete, Pelabuhan Pemangkat, Pelabuhan Singkawang, Pelabuhan Nipah Kuning dan lain – lain.

Dalam hal ini hanya akan dibahas estimasi biaya untuk proses pengerukan di pelabuhan Sintete dan Pemangkat.

5.1.4. Perhitungan Pemasukan Baru

- a. Estimasi biaya operasional kapal untuk proyek pengerukan di Pelabuhan Sintete

Total Lumpur yang akan dikeruk = $600.465 \text{ m}^3 / \text{tahun}$

Voyage Cost (VC)

1. Fuel oil cost

- a. Kapal keruk

Fuel oil cost = Konsumsi BB x Harga BB

$$W_{FO} = (P_{b_{mg}} \cdot b_{mg} + P_{b_{ag}} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$P_{b_{mg}}$ = Besar HP genset utama = 1855 Hp

b_{mg} = Konsumsi BB genset utama = 560 g / Hph

$P_{b_{ag}}$ = Besar Hp genset bantu = 395 Hp

$$b_{ag} = \text{Konsumsi BB genset bantu} = 230 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 56 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (1855 \cdot 560 + 395 \cdot 230) \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 85,1756 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Konsumsi BB (} W_{FO} \text{)} = 85,1756 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Total volume selama 7 hari} &= 85,1756 / 0,95 \text{ m}^3 = 89,6585 \text{ m}^3 \\ &= 89.658,526 \text{ liter.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total selama 38 hari} &= 89.658,526 \times 38 / 7 \\ &= 486.717,71 \text{ liter.} \end{aligned}$$

Harga HSD Rp 1.900,00 per liter maka total fuel cost adalah sebesar $486.717,71 \times 1.900 = \text{Rp } 924.763.657,139$

b. Kapal tunda (Alat bantu)

Fuel cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB selama perjalanan :

$$W_{FO} = 2 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 74 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= 2 (360 \cdot 150) \cdot 74/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 1,29 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Volume FO} = 1,29 / 0,95$$

$$= 1,367 \text{ m}^3 = 1.367 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 1.367 \times 1.750$$

$$= \text{Rp } 2.392.342,105$$

Konsumsi BB dialur Pelabuhan Sintete :

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$t = \text{lama pengerukan} = 38 \text{ hari} = 304 \text{ jam}$$

$$W_{FO} = (360 \cdot 150) \cdot 304 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$$

$$= 21,3408 \text{ ton}$$

$$\text{Vol BB} = 21,3408 / 0,95 \text{ ton / m}^3 = 22,464 \text{ m}^3$$

$$= 22.464 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 22.464 \times \text{Rp. } 1.750,00$$

$$= \text{Rp. } 39.312.000$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 41.704.342,105$$

2. Lubricating oil cost

a. Kapal keruk

$$\text{Lo cost} = \text{Konsumsi Lo} \times \text{harga Lo}$$

$$W_{LO} = (Pb_{mg} \cdot b_{mg} + P_{bag} \cdot bag) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana:

$$Pb_{mg} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi LO genset utama} = 10,25 \text{ g / Hph}$$

$$Pb_{ag} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi LO genset bantu} = 4,20 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 56 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (1855 \cdot 10,25 + 395 \cdot 4,20) \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 1,51 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Konsumsi Lo}(W_{LO}) = 1,51 \text{ ton}$$

$$\text{Total volume selama 7 hari} = 1,51 / 0,9 = 1,672 \text{ m}^3 = 1672,195$$

$$\text{liter. Total selama 38 hari} = 1672,195 \times 38 / 7 = 9.077.634$$

liter.

Harga LO Rp 18.000,00 per liter maka total LO cost adalah sebesar

$$9.077.634 \times 18.000 = \text{Rp } 163.397.415,9$$

b. Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = 2 (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi LO kapal tunda} = 2,37 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 74 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= 2 (360 \cdot 2,37) \cdot 74/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 0,02 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Volume LO} = 0,02 / 0,9$$

$$= 0,0228 \text{ m}^3 = 22,799 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 22,799 \times 18.000$$

$$= \text{Rp } 410.382$$

$$= \text{US\$ } 45,598$$

Konsumsi lo di alur Pelabuhan Sintete :

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi lo kapal tunda} = 2,37 \text{ g / Hph}$$

$$t = \text{lama pengerukan} = 38 \text{ hari} = 304 \text{ jam}$$

$$W_{FO} = (360 \cdot 2,37) \cdot 304 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$$

$$= 0,337 \text{ ton}$$

$$\text{Vol BB} = 0,337 / 0,95 \text{ ton / m}^3 = 0,3549 \text{ m}^3$$

$$= 354,9312 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 354,9312 \times \text{Rp. } 18.000,00$$

$$= \text{Rp. } 6.388.761,6$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 6.799.143,6$$

3. Fresh water cost (air tawar)

$$\text{Konsumsi air tawar}(W_{LO}) = 14,51 \text{ ton (lihat 4.7.2, hal IV-28).}$$

$$\text{Total selama 38 hari} = 14,51 \times 38 / 7 = 78,7685 \text{ ton.}$$

Harga FW Rp 10.000,00 per ton maka total FW cost adalah sebesar

$$= 78,7685 \times 10.000 = \text{Rp } 787.685,7$$

Operating Cost (OC)

1 Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 13 orang . Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

Imbalan prestasi (premi) rata-rata /m³/org = Rp 75,00

= (75 × 600.465) / 13 = Rp 3.464.500,00

Uang makan Rp 20.000,00 per hari (4 x @ Rp. 5.000)

= 20.000,00 × 38 = Rp 760.000,00

Pakaian kerja = Rp 100.000,00

Total gaji = Rp 4.324.500,00

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan selama pengerukan berlangsung = 13 ×

4.324.500,00 = Rp 56.214.874,9

2. Biaya Survey

Survey yang dilaksanakan meliputi:

- predredge survey
- check survey / levelling
- progress survey
- final survey

Biaya yang diperlukan diperkirakan Rp 4.000.000,00

Total OC + VC = 1.197.667.119,34

Pemasukan

- Biaya Pengerukan = 600.645 × Rp. 6.850,00 = Rp. 4.114.418.250,00

- Administrasi = Rp. 375.000,00

Total biaya = Rp. 4.114.793.250,00

- b. Estimasi biaya operasional kapal pada proyek pengerukan di Pelabuhan Pemangkat

Total Lumpur yang akan dikeruk = 400.000 m³ / tahun

Voyage Cost (VC)

Fuel oil cost

- a. Kapal keruk

Fuel oil cost = Konsumsi BB x Harga BB

$$W_{FO} = (Pb_{mg} \cdot b_{mg} + P_{bag} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

Pb_{mg} = Besar HP genset utama = 1855 Hp

b_{mg} = Konsumsi BB genset utama = 560 g / Hph

Pb_{ag} = Besar Hp genset bantu = 395 Hp

b_{ag} = Konsumsi BB genset bantu = 230 g / Hph

t = 7 hari = 56 jam

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (1855 \cdot 560 + 395 \cdot 230) \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 85,1756 \text{ ton} \end{aligned}$$

Konsumsi BB (W_{FO}) = 85,1756 ton

$$\begin{aligned} \text{Total volume selama 7 hari} &= 85,1756 / 0,95 \text{ m}^3 = 89,658 \text{ m}^3 \\ &= 89.658,526 \text{ liter.} \end{aligned}$$

$$\text{Total selama 25 hari} = 89.658,526 \times 25 / 7$$

$$= 320.209,02 \text{ liter.}$$

Harga HSD Rp 1.900,00 per liter maka total fuel cost adalah sebesar $320.209,02 \times 1.900 = \text{Rp } 608.397.140,714$

b. Kapal tunda (Alat bantu)

Fuel cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB selama perjalanan :

$$W_{FO} = 2. (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 80 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= 2 (360 \cdot 150) \cdot 80/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 1,404 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume FO} &= 1,404 / 0,95 \\ &= 1,477 \text{ m}^3 = 1.477,894 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 1.477,894 \times 1.750 \\ &= \text{Rp } 2.586.315,789 \end{aligned}$$

Konsumsi BB dialur Pelabuhan Pemangkat :

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$t = \text{lama pengerukan} = 25 \text{ hari} = 200 \text{ jam}$$

$$W_{FO} = (360 \cdot 150) \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$$

$$= 14,04 \text{ ton}$$

$$\text{Vol BB} = 14,04 / 0,95 \text{ ton} / \text{m}^3 = 14,7789 \text{ m}^3$$

$$= 14.778,947 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 14.778,947 \times \text{Rp. } 1.750,00$$

$$= \text{Rp. } 25.863.157,89$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 28.449.473,68$$

Lubricating oil cost

a. Kapal keruk

$$\text{Lo cost} = \text{Konsumsi Lo} \times \text{harga Lo}$$

$$W_{LO} = (P_{b_{mg}} \cdot b_{mg} + P_{b_{ag}} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana:

$$P_{b_{mg}} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi LO genset utama} = 10,25 \text{ g} / \text{Hph}$$

$$P_{b_{ag}} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi LO genset bantu} = 4,20 \text{ g} / \text{Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 56 \text{ jam}$$

$$\text{Jadi } W_{LO} = (1855 \cdot 10,25 + 395 \cdot 4,20) \cdot 56 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$$

$$= 1,505 \text{ ton}$$

$$\text{Konsumsi Lo}(W_{LO}) = 1,505 \text{ ton}$$

Total volume selama 7 hari = $1,505 / 0,9 = 1,672 \text{ m}^3 = 1.672$

liter. Total selama 25 hari = $1.672 \times 25 / 7 = 5.972,127$ liter.

Harga LO Rp 18.000,00 per liter maka total LO cost adalah sebesar

$5.972,127 \times 18.000 = \text{Rp } 107.498.299,99$

b. Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = 2 (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

Pb_{me} = besar HP kapal tunda = 360 Hp

b_{me} = konsumsi LO kapal tunda = 2,37 g / Hph

S = radius pelayaran = 80 mil laut

V = kecepatan dinas kapal tunda = 8 knot

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= 2 (360 \cdot 2,37) \cdot 80/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 0,02218 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume LO} &= 0,02218 / 0,9 \\ &= 0,02468 \text{ m}^3 = 24,648 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 24,648 \times 18.000 \\ &= \text{Rp } 443.664 \end{aligned}$$

Konsumsi lo di alur Pelabuhan Pemangkat :

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

Pb_{me} = Besar HP kapal tunda = 360 Hp

b_{me} = konsumsi lo kapal tunda = 2,37 g / Hph

$$t = \text{lama pengerukan} = 25 \text{ hari} = 200 \text{ jam}$$

$$W_{FO} = (360 \cdot 2,37) \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$$

$$= 0,222 \text{ ton}$$

$$\text{Vol BB} = 0,222 / 0,95 \text{ ton} / \text{m}^3 = 0,2335 \text{ m}^3$$

$$= 233,507 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 233,507 \times \text{Rp. } 18.000,00$$

$$= \text{Rp. } 4.203.132,63$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 4.646.796,63$$

3. Fresh water cost (air tawar)

$$\text{Konsumsi air tawar}(W_{LO}) = 14,51 \text{ ton (lihat 4.7.2, hal IV-28).}$$

$$\text{Total selama 25 hari} = 14,51 \times 25 / 7 = 51,82 \text{ ton.}$$

$$\text{Harga FW Rp } 10.000,00 \text{ per ton maka total FW cost adalah sebesar}$$

$$= 51,82 \times 10.000 = \text{Rp } 518.214,285$$

Operating Cost (OC)

1 Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 13 orang. Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

$$\text{Imbalan prestasi (premi) rata-rata /m}^3\text{/org} = \text{Rp } 75,00$$

$$= (75 \times 400000) / 13 = \text{Rp } 2.307.500,00$$

$$\text{Uang makan Rp } 20.000,00 \text{ per hari (4 x @ Rp. } 5.000 \text{)}$$

$$= 20.000,00 \times 25 = \text{Rp } 500.000,00$$

$$\text{Pakaian kerja} = \text{Rp } 100.000,00$$

Total gaji = Rp 2.907.500,00

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan selama pengerukan berlangsung = $13 \times 2.907.500,00 = \text{Rp } 37.799.500,00$

2. Biaya Survey

Survey yang dilaksanakan meliputi:

- predredge survey
- check survey / levelling
- progress survey
- final survey

Biaya yang diperlukan diperkirakan Rp 4.000.000,00

Total OC + VC = Rp. 787.309.925,289

Pemasukan

Biaya Sewa dapat dihitung dengan pendekatan :

- | | | |
|---|--|------------------------|
| - | Biaya Pengerukan = Rp. 6.850,00 x 400.000 = Rp. 2.740.000.000,00 | |
| - | Administrasi | = Rp. 375.000,00 |
| | Total biaya sewa | = Rp. 2.740.375.000,00 |

5.2. Analisa Hasil Evaluasi Investasi

Dari hasil sewa kapal keruk pada beberapa tempat diatas dapat diperoleh tambahan pemasukan sebagai berikut :

Nama Pelabuhan	Penerimaan	Pengeluaran
Pel Pontianak	11.568.337.500,00	11.091.242.075,00
Pel Sintete	4.114.793.500,00	2.187.667.119,00
Pel Pemangkat	2.740.375.000,00	1.387.309.925,29
Total	18.423.505.750,00	14.446.219.119,63

Tabel : Penerimaan dan Pengeluaran per tahun

Hasil evaluasi investasi adalah sebagai berikut :

- Investasi awal = Rp. 7.817.517.746,52
- Penerimaan per tahun = Rp. 18.423.505.750,00
- Pengeluaran per tahun = Rp. 14.446.219.119,63

5.3. Perhitungan Net Present Value

Net Present Value (NPV) adalah nilai dari keuntungan bersih dari pengoperasian suatu kapal setelah dikurangi dengan beberapa penyusutan pada masa yang akan datang, yang dilihat nilainya saat ini.

Net Present Value (NPV) merupakan salah satu metode untuk mengevaluasi kelayakan suatu investasi suatu proyek. Metode ini memerlukan data – data sebagai berikut :

- Investasi awal dalam bentuk harga kapal
- Suku bunga bank



- Pengeluaran untuk operasi kapal dalam satu tahun
- Penerimaan dari hasil operasi kapal dalam satu tahun

Perhitungan NPV untuk tahun ke $-N$ adalah :

$$NPV = \sum (PW)_j (R_j - Y_j)$$

Dimana : PW : Present worth = $\frac{1}{(i+1)}$

I : Suku bunga bank = 16%

R : Pemasukan dalam satu tahun

j : 1,2,3... ,N

Analisis perhitungannya adalah sebagai berikut :

Jika : - $NPV > 0$, berarti investasi menguntungkan

- $NPV < 0$, berarti investasi tidak menguntungkan.

Untuk perhitungan NPV ini dipakai cara tabulasi karena berupa perhitungan yang berulang. Berikut ini keterangan notasi yang digunakan dalam perhitungan NPV.

- (Ro) = kolom penerimaan awal tahun operasi
- (w) = faktor pengurangan karena teknologi usang
- (x) = faktor pengurangan karena kondisi kapal
- (Yo) = biaya operasi awal
- (y) = faktor pengurangan karena pengaruh inflasi
- (z) = faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan
- (v) = faktor pengurangan karena *future freight rate*

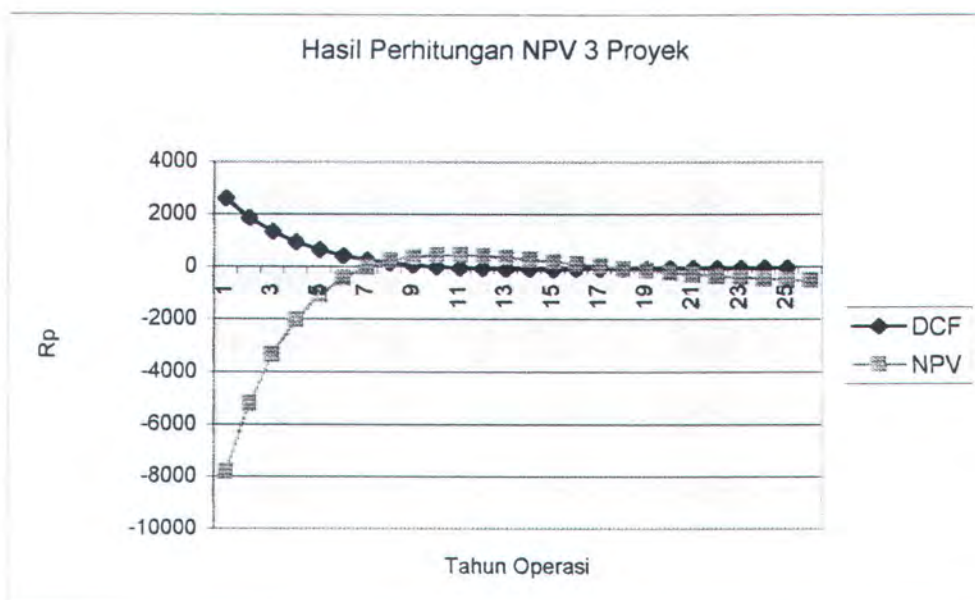
- (A) = pendapatan sebelum kena pajak tiap tahun
- (i) = tingkat suku bunga tiap tahun
- (PW) = faktor nilai saat ini untuk pembayaran tunggal
- (DCF) = kolom untuk *Discount Cash Flow*

DCF adalah pendapatan yang telah di discount (dikurangi nilainya setiap tahun.

- (NPV) = Adalah kolom untuk *Net Present Value* .

Hasil evaluasi Investasi :

Dari perhitungan diperoleh *Break Event Point* (BEP) terjadi pada tahun ke-7 yang ditandai dengan nilai NPV yang positif. Kapal masih bisa memberikan keuntungan setelah tahun ke-8 karena umur efektif kapal 16 tahun. Perhitungan NPV selengkapnya dapat dilihat di lampiran dan dapat disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 5.1. Hasil perhitungan NPV



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

6.1.1. Segi Teknis

Berdasarkan perhitungan pada bab terdahulu maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Tipe kapal keruk yang sesuai dengan kondisi perairan Sungai Kapuas yang merupakan jalan menuju Pelabuhan Pontianak adalah tipe *suction dredger tanpa cutter (Plain Suction Dredger)* , karena tipe kapal keruk ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan jenis endapan yang ada yaitu lumpur halus. selain itu saratnya rendah dan kecepatan produksi yang tinggi.
- Dimensi dari KK. MDI adalah:

Panjang	: 38,40 m
Lebar	: 10,97 m
Tinggi	: 2,74 m
Sarat	: 2,41 m
- Kedalaman keruk maksimum 17 m
- Dalam menentukan ukuran utama kapal keruk tersebut menggunakan metode GRG (Generalize Reduced Gradient) dengan bantuan Solver pada Excell. Dengan optimisasi tersebut dapat diperoleh ukuran utama dengan biaya operasional minimum.

- Kelebihan lain dari kapal keruk ini dapat dimanfaatkan sebagai kapal pemadam kebakaran. Memang hal ini tidak menghasilkan uang namun lebih bersifat sosial, karena di Pelabuhan Pontianak tersebut tersebut belum ada fasilitas pemadam kebakaran dari sungai.

6.1.2. Segi ekonomis

Untuk membangun KK. MDI dibutuhkan investasi awal sebesar Rp. 7.817.517.746,52

Untuk mengerjakan pengerukan di Sungai tersebut dan setelah disewakan ke sekelilingnya, ada tiga proyek pengerukan diperoleh :

Pengeluaran pertahun : Rp. 14.446.219.119,63

Pemasukan pertahun : Rp. 18.423.505.750,00

Break Event Point (BEP) terjadi pada tahun ke-7 yang ditandai dengan harga NPV positif.

6.2 Saran

Dari hasil analisa pada tugas akhir ini untuk menentukan jenis kapal keruk yang sesuai untuk daerah Sungai Kapuas di Pelabuhan Pontianak khususnya muara sungai maka disarankan untuk membangun kapal keruk jenis *plain suction dredger* karena memadai secara teknis dan layak secara ekonomis. Guna mempercepat kembalinya investasi dan agar kapal keruk yang direncanakan dapat berfungsi maksimal, maka kapal dapat disewakan ke daerah sekitar yang

membutuhkan mengingat kondisi daerah Kalimantan Barat yang memiliki banyak sungai dan membutuhkan pengerukan.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Bray, R.N., Bates, A.D., dan Land, J.M. (1979) *Dredging a Handbook for Engineers*, Second Edition, Ginn & Company, Boston.
- Buxton, I.L.. (1978) *Estimating Building and Operating Costs*, Hemisphere, New York.
- Hammond, Rolt. (1975) *Modern Dredging Practice*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Herbich, John B. (1978) *Handbook of Dredging Engineering*, A&M University, Texas.
- Huston, John. (1970) *Hydraulic Dredging -Theoretical and Applied*, Cambridge University Press, London.
- Poehls, Herald. (1982) *Lecture on Ship Design and Ship Theory*, University of Hannover.
- Pujawan, I.N. (1995) **Ekonomi Teknik**, P.T. Ereso, Bandung.
- Rochmanhadi. (1982), *Kapal Keruk dan Pengerukan*.
- Roorda, A., M.R.I.N.A., and Vertregt, J.J. (1970) *Floating Dredgers*, Hutchinson & Co. (Publisher) Ltd., London.
- Santosa, I.G.M. (1999) **Diktat Perencanaan Kapal**, ITS, Surabaya.
- Sularso, Tahara, H. (1996). **Pompa dan Kompresor**, CV. Pustaka Setia, Bandung.
- T. Okude, (1980). **Dredger and Dredging Work**.



LAMPIRAN A
PERHITUNGAN VOLUME
KERUK

PERHITUNGAN VOLUME KERUK ALUR SUNGAI KAPUAS DI PELABUHAN SINTETE PONTIANAK

Spot 50 - 45

SARAT													
32	29	29	27	30	33	35	32	30	30	35	36	35	
36	38	38	32	38	38	39	37	36	35	40	40	40	
40	40	39	37	37	40	40	40	41	40	40	42	40	
35	42	33	35	35	39	35	40	40	43	40	40	40	
20	30	30	30	26	26	22	39	35	40	30	28	30	
8	27	17	24	11	16	11	21	22	26	14	14	17	
171	204	184	185	177	192	182	209	204	214	199	200	202	2523

Sarat rata - rata : 32.34615 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 66201.92 m

Spot 45 - 40

SARAT													
30	32	35	35	30	35	31	30	30	30	29	29	30	
36	40	40	40	38	40	35	35	35	36	34	34	34	
40	40	40	40	40	40	41	40	40	40	38	38	28	
40	40	37	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	30	26	30	38	32	39	36	37	36	40	40	39	
26	26	13	14	30	23	28	22	25	20	30	30	25	
212	208	191	197	216	210	214	203	207	202	211	211	196	2678

Sarat rata - rata : 34.33333 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 58750 m

Spot 40 - 35

SARAT													
30	38	30	33	34	32	30	27	32	36	31	33	30	
34	38	34	39	36	38	35	33	35	40	35	38	35	
28	40	37	40	40	40	40	38	41	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
39	30	40	31	40	30	38	40	35	35	39	33	36	
25	15	30	16	29	16	26	30	23	20	24	20	25	
196	199	211	199	219	196	209	206	206	211	209	204	206	2671

Sarat rata - rata : 34.24359 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 59086.54 m

34	20	30	31	35	30	30	30	30	30	31	38	31	
36	34	35	33	37	32	34	36	36	36	33	39	34	
40	38	34	40	40	39	37	37	37	35	39	40	37	
40	40	40	40	40	40	39	38	38	38	40	40	40	
30	40	40	39	37	40	39	39	39	38	40	34	40	
20	30	39	30	32	30	32	38	38	31	32	30	37	
200	202	218	213	221	211	211	218	218	208	215	221	219	2775

Sarat rata - rata : 35.57692 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 54086.54 m

Spot 30 - 25

SARAT													
30	31	35	30	33	37	37	38	35	34	30	37	35	
34	37	38	36	38	37	40	40	40	40	35	40	40	
37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	38	38	39	39	40	37	35	
40	35	36	37	38	39	36	36	36	36	39	36	35	
36	31	31	33	33	36	30	33	35	35	35	33	37	
217	214	220	216	222	229	221	225	225	224	219	223	222	2877

Sarat rata - rata : 36.88462 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 49182.69 m

Spot 25 - 20

SARAT													
30	38	30	38	37	35	37	34	34	34	34	34	35	
34	40	37	40	40	37	37	35	36	36	36	36	37	
39	40	40	40	39	37	38	36	37	37	37	36	38	
40	36	40	39	36	37	35	36	37	37	37	37	38	
40	34	38	35	35	35	33	35	37	36	35	36	37	
35	32	34	37	33	34	30	33	35	35	35	35	35	
218	218	219	229	220	215	208	209	216	215	214	214	220	2815

Sarat rata - rata : 36.08974 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 52183.46 m

Spot 110 - 105

SARAT													
32	35	29	27	30	33	35	32	30	30	35	36	35	
36	36	36	32	38	38	39	37	36	35	40	40	40	
39	40	39	37	37	40	40	40	41	40	40	42	40	
35	42	33	35	35	39	35	40	40	43	40	40	40	
20	30	30	30	26	26	22	39	35	40	30	28	30	
8	27	17	24	11	16	11	21	22	26	14	14	17	
170	210	184	185	177	192	182	209	204	214	199	200	202	2528

Sarat rata - rata : 32.41026 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 65961.54 m

Spot 105 - 100

SARAT													
30	32	35	35	30	35	31	30	30	30	29	29	30	
36	40	40	40	38	40	35	35	35	36	34	34	34	
40	40	40	40	40	40	41	40	40	40	38	38	28	
40	40	37	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	30	26	30	38	32	39	36	37	36	40	40	39	
26	26	24	25	30	23	28	22	25	30	30	30	25	
212	208	202	208	216	210	214	203	207	212	211	211	196	2710

Sarat rata - rata : 34.74359 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 57211.54 m

Spot 100 - 95

SARAT													
30	36	30	33	34	32	30	31	32	36	31	33	30	
34	38	34	39	36	38	35	33	35	40	35	38	35	
28	40	37	40	40	40	40	36	41	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
39	30	40	31	40	30	38	40	35	35	39	33	36	
28	20	30	16	29	16	26	30	23	20	24	20	25	
199	204	211	199	219	196	209	210	206	211	209	204	206	2683

Sarat rata - rata : 34.39744 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 58509.62 m

Spot 95 - 90

SARAT													
34	34	32	31	35	30	30	30	30	32	38	31		
36	34	35	33	37	32	34	36	36	33	39	34		
40	38	34	40	40	39	37	37	37	35	39	40	37	
40	40	40	40	40	40	39	38	38	38	40	40	40	
30	40	40	39	37	40	39	39	39	38	40	34	40	
20	30	39	30	32	30	32	38	38	31	32	30	37	
200	218	220	213	221	211	211	218	218	208	216	221	219	2792

Sarat rata - rata : 35.79487 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 53269.23 m

Spot 90 - 85

SARAT													
33	36	35	35	33	37	37	38	35	34	34	38	39	
34	37	38	38	38	37	40	40	40	40	35	40	40	
37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	38	38	39	39	40	37	35	
40	35	36	37	38	39	36	36	36	36	39	38	35	
36	31	31	33	33	36	30	33	35	35	35	33	37	
220	219	220	221	222	229	221	225	225	224	223	224	226	2899

Sarat rata - rata : 37.16667 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 48125 m

Spot 85 - 80

SARAT													
35	39	35	38	37	35	37	34	34	34	34	34	36	
34	40	37	40	40	37	37	35	36	36	36	36	37	
39	40	40	40	39	37	36	36	37	37	37	36	38	
40	36	40	39	36	37	35	36	37	37	37	37	38	
40	34	38	35	35	35	33	35	37	36	35	36	37	
35	32	34	37	33	34	30	33	35	35	35	35	35	
223	221	224	229	220	215	208	209	216	215	214	214	221	2829

Sarat rata - rata : 36.26923 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 51490.38 m

Spot 80 - 75

SARAT													
32	29	29	30	30	33	35	32	30	30	35	36	35	
36	36	36	32	38	38	39	37	36	35	40	40	40	
40	40	39	37	37	40	40	40	41	40	40	42	40	
35	42	33	35	35	39	35	40	40	43	40	40	40	
20	30	30	30	26	26	22	39	35	40	30	28	30	
20	27	25	24	25	16	20	21	22	26	25	25	17	
183	204	192	188	191	192	191	209	204	214	210	211	202	2591

Sarat rata - rata : 33.21795 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 62932.69 m

Spot 75 - 70

SARAT													
30	32	35	35	37	35	34	30	30	30	29	29	30	
36	40	40	40	38	40	35	35	35	36	34	34	34	
40	40	40	40	40	40	41	40	40	40	38	38	28	
40	40	37	38	40	40	40	40	40	40	40	40	38	
40	30	26	30	38	32	39	38	37	36	40	40	39	
26	26	19	14	30	23	28	22	25	20	30	30	25	
212	208	197	197	223	210	217	203	207	202	211	211	194	2692

Sarat rata - rata : 34.51282 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 58076.92 m

Spot 70 - 65

SARAT													
30	36	30	33	31	32	30	27	32	36	31	33	30	
34	38	34	39	36	38	35	33	35	40	35	38	35	
28	40	37	40	40	40	40	36	41	40	40	40	40	
39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
39	30	40	31	40	30	38	40	35	35	39	33	36	
25	15	30	16	29	16	26	30	23	20	24	20	25	
195	199	211	199	216	196	209	206	206	211	209	204	206	2667

Sarat rata - rata : 34.19231 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 59278.85 m

Spot 65 - 60

SARAT													
34	20	30	31	35	30	30	30	30	30	31	38	31	
36	34	35	33	37	32	34	36	36	36	33	39	34	
40	38	34	40	40	39	37	37	37	35	39	40	37	
40	40	40	40	40	40	39	38	38	38	40	40	40	
30	40	40	39	37	40	39	39	39	38	40	34	40	
20	30	39	30	32	30	32	38	38	31	32	30	37	
200	202	218	213	221	211	211	218	218	208	215	221	219	2775

Sarat rata - rata : 35.57692 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 54086.54 m

Spot 60 - 55

SARAT													
30	31	35	30	33	37	37	38	35	34	30	37	35	
34	37	38	38	38	37	40	40	40	40	35	40	40	
37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	38	38	39	39	40	37	35	
40	35	36	37	38	39	36	36	36	36	39	36	35	
36	31	31	33	33	36	30	33	35	35	35	33	37	
217	214	220	216	222	229	221	225	225	224	219	223	222	2877

Sarat rata - rata : 36.88462 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 49182.69 m

Spot 55 - 50

SARAT													
30	36	30	35	37	35	37	34	34	34	34	34	35	
34	40	37	40	40	37	37	35	36	36	36	36	37	
39	40	40	40	39	37	36	36	37	37	37	36	38	
40	36	40	39	36	37	35	36	37	37	37	37	38	
40	34	38	35	35	35	33	35	37	36	35	36	37	
35	32	34	37	33	34	30	33	35	35	35	35	35	
218	218	219	226	220	215	208	209	216	215	214	214	220	2812

Sarat rata - rata : 36.05128 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 52307.69 m

Spot 20 - 15

SARAT													
32	29	29	27	30	33	35	32	30	30	35	36	35	
36	36	36	32	38	38	39	37	38	35	40	40	40	
40	40	39	37	37	40	40	40	41	40	40	42	40	
35	42	33	35	35	39	35	40	40	43	40	40	40	
20	30	30	30	26	26	22	39	35	40	30	28	30	
8	27	17	24	11	16	11	21	22	26	14	14	17	
171	204	184	185	177	192	182	209	204	214	199	200	202	2523

Sarat rata - rata : 32.34615 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 66201.92 m

Spot 15 - 10

SARAT													
30	32	35	35	30	35	31	30	30	30	29	29	30	
36	40	40	40	38	40	35	35	35	36	34	34	34	
40	40	40	40	40	40	41	40	40	40	38	38	28	
40	40	37	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	30	26	30	38	32	39	36	37	36	40	40	39	
26	26	13	14	30	23	28	22	25	20	30	30	25	
212	208	191	197	216	210	214	203	207	202	211	211	196	2678

Sarat rata - rata : 34.33333 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 58750 m

Spot 10 - 05

SARAT													
30	36	30	33	34	32	30	27	32	36	31	33	30	
34	38	34	39	36	38	35	33	35	40	35	38	35	
28	40	37	40	40	40	40	36	41	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
39	30	40	31	40	30	38	40	35	35	39	33	36	
25	15	30	16	29	16	26	30	23	20	24	20	25	
196	199	211	199	219	196	209	206	206	211	209	204	206	2671

Sarat rata - rata : 34.24359 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 59086.54 m

34	20	30	31	35	30	30	30	30	30	31	38	31	
36	34	35	33	37	32	34	36	36	36	33	39	34	
40	38	34	40	40	39	37	37	37	35	39	40	37	
40	40	40	40	40	40	39	38	38	38	40	40	40	
30	40	40	39	37	40	39	39	39	38	40	34	40	
20	30	39	30	32	30	32	38	38	31	32	30	37	
200	202	218	213	221	211	211	218	218	208	215	221	219	2775

Sarat rata - rata : 35.57692 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 54086.54 m

Spot 0 - 05

SARAT													
30	31	35	30	33	37	37	38	35	34	30	37	35	
34	37	38	36	38	37	40	40	40	40	35	40	40	
37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	38	38	39	39	40	37	35	
40	35	36	37	38	39	36	36	36	36	39	36	35	
36	31	31	33	33	36	30	33	35	35	35	33	37	
217	214	220	216	222	229	221	225	225	224	219	223	222	2877

Sarat rata - rata : 36.88462 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 49182.69 m

Spot 05 - 10

SARAT													
30	36	30	38	37	39	37	34	34	34	34	34	35	
34	40	37	40	40	37	37	35	36	36	36	36	37	
39	40	40	40	39	37	36	36	37	37	37	36	38	
40	36	40	39	36	37	35	36	37	37	37	37	38	
40	34	38	35	35	35	33	35	37	36	35	36	37	
31	32	34	37	33	34	30	33	35	35	35	35	35	
214	218	219	229	220	219	208	209	216	215	214	214	220	2815

Sarat rata - rata : 36.08974 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 52163.46 m

Spot 10 - 15

SARAT													
32	29	29	27	30	33	35	32	30	30	35	36	35	
36	36	36	32	38	38	39	37	38	35	40	40	40	
40	40	39	37	37	40	40	40	41	40	40	42	40	
35	42	33	35	35	39	35	40	40	43	40	40	40	
20	30	30	30	26	26	22	39	35	40	30	28	30	
8	27	17	24	11	16	11	21	22	26	14	14	17	
171	204	184	185	177	192	182	209	204	214	199	200	202	2523

Sarat rata - rata : 32.34615 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 66201.92 m

Spot 15 - 20

SARAT													
30	32	35	35	30	35	31	30	30	30	29	29	30	
36	40	40	40	38	40	35	35	35	36	34	34	34	
40	40	40	40	40	40	41	40	40	40	38	38	28	
40	40	37	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	30	26	30	38	32	39	36	37	36	40	40	39	
26	26	13	14	30	23	28	22	25	20	30	30	25	
212	208	191	197	216	210	214	203	207	202	211	211	196	2678

Sarat rata - rata : 34.33333 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 58750 m

Spot 20 - 25

SARAT													
30	36	30	33	34	32	30	27	32	36	31	33	30	
34	38	34	39	36	38	35	33	35	40	35	38	35	
28	40	37	40	40	40	40	36	41	40	40	40	40	
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
39	30	40	31	40	30	38	40	35	35	39	33	36	
25	15	30	16	29	16	26	30	23	20	24	20	25	
196	199	211	199	219	196	209	206	206	211	209	204	206	2671

Sarat rata - rata : 34.24359 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 59086.54 m

34	20	30	31	35	30	30	30	30	30	31	38	31	
36	34	35	33	37	32	34	36	36	36	33	39	34	
40	38	34	40	40	39	37	37	37	35	39	40	37	
40	40	40	40	40	40	39	38	38	38	40	40	40	
30	40	40	39	37	40	39	39	39	38	40	34	40	
20	30	39	30	32	30	32	38	38	31	32	30	37	
200	202	218	213	221	211	211	218	218	208	215	221	219	2775

Sarat rata - rata : 35.57692 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 54086.54 m

Spot 30 - 35

SARAT													
30	31	35	30	33	37	37	38	35	34	30	37	35	
34	37	38	36	38	37	40	40	40	40	35	40	40	
37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
40	40	40	38	40	40	38	38	39	39	40	37	35	
40	35	36	37	38	39	36	36	36	36	39	36	35	
36	34	31	33	33	36	30	33	35	35	35	33	37	
217	217	220	214	222	229	221	225	225	224	219	223	222	2878

Sarat rata - rata : 36.89744 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 49134.62 m

Spot 35 - 40

SARAT													
30	36	30	38	37	35	37	34	34	34	34	34	35	
34	40	37	40	40	37	37	35	36	36	36	36	37	
39	40	40	40	39	37	36	36	37	37	37	36	38	
40	36	40	39	36	37	35	36	37	37	37	37	38	
40	34	38	35	35	35	33	35	37	36	35	36	37	
35	33	34	37	33	34	30	33	35	35	35	35	35	
218	219	219	229	220	215	208	209	216	215	214	214	220	2816

Sarat rata - rata : 36.10256 dm
 Sarat yang diinginkan : 50 dm
 Volume yang dikeruk : 52115.38 m



VOLUME TOTAL 1

Area	Volume m3
Spot 50 - 45	65961.53846
Spot 45 - 40	57211.53846
Spot 40 - 35	58509.61538
Spot 35 - 30	53269.23077
Spot 30 - 25	48125
Spot 25 - 20	51490.38462
	334567.3077

VOLUME TOTAL 2

Area	Volume m3
Spot 50 - 45	62932.69231
Spot 45 - 40	58076.92308
Spot 40 - 35	59278.84615
Spot 35 - 30	54086.53846
Spot 30 - 25	49182.69231
Spot 25 - 20	52307.69231
	335865.3846

VOLUME TOTAL 3

Area	Volume m3
Spot 50 - 45	66201.92308
Spot 45 - 40	58750
Spot 40 - 35	59086.53846
Spot 35 - 30	54086.53846
Spot 30 - 25	49182.69231
Spot 25 - 20	52163.46154
	339471.1538

VOLUME TOTAL 4

Area	Volume m3
Spot 50 - 45	66201.92308
Spot 45 - 40	58750
Spot 40 - 35	59086.53846
Spot 35 - 30	54086.53846
Spot 30 - 25	49182.69231
Spot 25 - 20	52163.46154
	339471.1538

VOLUME TOTAL 5

Area	Volume m3
Spot 50 - 45	66201.92308
Spot 45 - 40	58750
Spot 40 - 35	59086.53846
Spot 35 - 30	54086.53846
Spot 30 - 25	49134.61538
Spot 25 - 20	52115.38462
	339375

VOLUME TOTAL YANG DIKERUK

Area	Volume m3
Area 1	334567.3077
Area 2	335865.3846
Area 3	339471.1538
Area 4	339471.1538
Area 5	339375
	1688750



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN OPTIMISASI

TABEL OPTIMASI

stanta				
	-	m/det ²	g (gravitasi)	9,8
meter				
	-	Rp	KOMPONEN KEBUTUHAN BIAYA	
traint				
	- B / T	3,53	4,56	8,72
	- L / B	2,10	3,50	5,58
	- H / T	1,14	1,14	2,18
	- L / H	8,00	14,00	15,15
	- T	1,49	2,41	2,88
	- Lpp	38,40	38,40	38,60
	- Vs	8	8	10
	- Disp.	1042,56	1042,56	1042,56

bel				
	-	m	Lpp	38,40
		m	Lwl	38,40
	-	m	B	10,97
	-	m	H	2,74
	-	m	T	2,41
	-	Knot	V	8

Vs kec dinas kapal tunda
yg menarik kapal keruk

si Obyektif			Nilai	Tipe	%
	-	Rp	Biaya tetap	158.801.818,72	min
	-	Rp	Biaya variabel	765.468.354,17	min
					100%

	Total Biaya	Tipe
(Rp)	924.270.172,89	min

Perhitungan Komponen Fixed Cost		
Investasi awal	Rp	7.817.571.746,52
Umur bulan	Bln	12
Umur investasi (Umur Kapal)	Bln	180
Interest / Bulan	%	1,2445
Cap Rec. Factor (CR)		0,0140
CCR		0,0151
Biaya kapital / Bulan	Rp	118.011.044,25
Biaya Asuransi / Bulan	Rp	6.514.643,12
Biaya perawatan dan Perbaikan Kapal / Bulan	Rp	9.709.464,68
Biaya perawatan dan Perbaikan Alat Hisap / Bulan	Rp	416.666,67
Biaya ABK / Bulan (1) + (2)	Rp	20.150.000,00
Gaji + Tunjangan / Bulan (1)	Rp	12.350.000,00
Biaya makan / Bulan (2)	Rp	7.800.000,00
Biaya survey	Rp	4.000.000,00

Perhitungan Komponen Variabel Cost		
Biaya Minyak Lumas kapal tunda / tahun	Rp	2.695.258,80
Biaya Bahan Bakar Kapal Tunda / tahun	Rp	17.058.600,00
Biaya Bahan Bakar kapal keruk/ Tahun	Rp	1.477.211.914,29
Biaya Minyak Lumas kapal keruk / Tahun	Rp	33.869.765,80
Biaya Air Tawar / Tahun	Rp	1.112.863,98
Biaya Bahan Bakar / tahun	Rp	1.494.270.514,29
Biaya minyak lumas / tahun	Rp	36.565.024,60

OMPONEN KEBUTUHAN DAN BIAYA

Komponen	Item	Unit	Nilai
Parameter			
Investasi			
	- Interest Rate	%	16
	- Lama Investasi (Perkiraan Umur Kapal)	Tahun	15
	- Tax Rate	%	12
	- Estimasi biaya produksi kapal keruk	Rp	4.581.371.746,52
	Harga Steel plate = US\$ 400/ton	Rp	412.323.457,19
	merupakan 9% dari keseluruhan harga kapal keruk yg dibangun		
	- Harga mesin pompa = US\$ 250.000	Rp	2.225.000.000,00
	- Pengadaan Instalasi pipa buang	Rp	961.200.000,00
	harga tiap km pipa = US\$ 12.000		
	- Harga alat hisap	Rp	50.000.000,00
	Total Investasi awal	Rp	7.817.571.746,52
Administrasi & Kepelabuhan			
	- Biaya Administrasi usaha dan perijinan tahunan (C_{adm})	Rp	-
	- Biaya Kepelabuhan :		
	Biaya tambat / GT / tahun	Rp	-
	Biaya jasa Bongkar Muat / ton / tahun	Rp	-
ABK			
	- Jumlah Crew	orang	13
	- Biaya ABK		
	Gaji pokok / bln	Rp	800.000,00
	Tunjangan Kesehatan / bln	Rp	150.000,00
	makan / hari / orang	Rp	20.000,00

Permesinan dan Bahan Bakar

- Besar HP Genset Utama	HP	1855
- Besar HP Genset Bantu	HP	395
- Konsumsi BB Genset Utama	g/Hph	560
- Konsumsi BB Genset Bantu	g/Hph	230
- Specific oil consumption	Kg/h.HP	0,1681
- Harga bahan bakar (Solar)	Rp/liter	1.900,00
- Harga minyak pelumas	Rp/liter	18.000,00

Berat jenis 0,86
Berat jenis 0,94

Fresh Water

- Biaya air tawar / ton	Rp	10.000,00
-------------------------	----	-----------

Volume Fresh Water =

Lain - lain

- Biaya perawatan kapal / tahun	%	1,5
- Biaya Asuransi kapal / tahun	%	1

trip kapal tunda

- Radius pelayaran kapal tunda	mil	972,0000
- 1 Trip	hari	2
- Jumlah trip / Tahun	trip	30
- hari operasional efektif / tahun	hari	60

1 knot = 1 mil laut / jam = 1852 m / jam
Vs = 14816
165939,2'
165,9392'
mil 89,6

Perhitungan Biaya

Fixed Cost

- Biaya kapital	Rp / Bln	118.011.044,25	74,31%
- Biaya Asuransi	Rp / Bln	6.514.643,12	4,10%
- Biaya Perawatan dan Perbaikan Kapal keruk	Rp / Bln	9.709.464,68	6,11%
- Biaya Perawatan dan Perbaikan Alat Hisap	Rp / Bln	416.666,67	0,26%
- Biaya ABK	Rp / Bln	20.150.000,00	12,69%
- Biaya Survey	Rp / Bln	4.000.000,00	2,52%
Total Fixed Cost	Rp / Bln	158.801.818,72	100%

- Biaya Bahan Bakar	Rp / Bln	18.282.512,30	2,39%
- Biaya Minyak Lumas	Rp / Bln	50.584,73	0,01%
- Biaya Air Tawar			
Total Variabel Cost		Rp / Bln	765.468.354,17
			100%

SPESIFIKASI TEKNIS KAPAL

UKURAN KAPAL

			Stabilitas	
- Lpp	m	38,40	Cw =	1,00
- Lwl	m	38,40	Cb =	1,00
- B mld	m	10,97	MB =	4,33
- H	m	2,74	KB =	1,20
- Draught (T)	m	2,41	KG (0.75H) =	2,06
- FreeBoard (H - T)	m	0,34	KM =	5,54
- Vs	knot	8,00	MG =	3,48
- Crew No.	Person	13		

LWT Calculation

- Berat tongkang (Wst) = $K \times (B + H) \times Lpp$ K (for Barge) = 0.22	ton	115,8212
- Accomodation Deck Weight (Wad) = $0,1185 \times V$	ton	22,7520
- Berat Outfit dan akomodasi (Woa) = $5\%Wst$	ton	5,791059792
- Ladder Weight	ton	60,0000
- Berat Instalasi Permesinan		
Berat genset utama (1855 HP)	ton	23,0000
Berat genset bantu (395 HP)	ton	9,0000
Berat Pompa Keruk	ton	42,3000
Berat Pompa - pompa (bahan bakar, ballast, air tawar	ton	8,0000
Elektromotor + Winch	ton	4,0000
	ton	86,3000
- Allowance (W_{RES}) = 2 - 3 % LWT	ton	8,7199
diambil 3%		
TOTAL LIGHT WEIGHT	ton	207,2931

Wlo Kapal Tunda				
- Berat Lubricating Oil (Wlo) = $(P_{bm}g \cdot b_{mg} + P_{bag} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot 1,3$	ton	1,5587		
Wlo Kapal Tunda	ton	0,1348	Volume FO kt	8978,210526
- Berat Fresh Water				
Untuk Minum = 10kg/orang/hari	ton	0,9100	Volume LO kk	1731,917056
Untuk Mandi dan Cuci = 100kg/orang/hari	ton	9,1000	Tot 60 hr	14845,0033
Untuk Pendingin mesin = 2-5 kg/hp	ton	4,5000		
Total	ton	14,5100	Konsumsi LO Genset Utama	
- Berat Provision = 3kg/orang/hari	ton	0,2730	Konsumsi LO Genset Bantu	
- Berat Crew rata rata 75 kg/orang	ton	1,1050	Volume LO kt	149,7366
- Luggage = 10 Kg / Person				
			Total FO	777479,9549
			Total LO	1881,653656
			Volume FW	124,3714286
TOTAL DEAD WEIGHT	ton	111,2864		

- $W_{ballast} = \text{Disp.} - (LWT + W_{FO} + W_{LO} + W_{FW} + W_{PROV.} + W_{CE})$	ton	723,9769	utk Constraint
--	-----	----------	----------------

- Displacement = $L \cdot B \cdot T \cdot \text{vair laut} \cdot C$	ton	1042,556438
---	-----	-------------

Kapal Tunda		
- Radius Pelayaran	mil laut	972,0000
- Kecepatan	knot	8
- Besar HP Kapal tunda	Hp	360
- Besar FO kapal tunda	g/Hph	150
- Besar LO kapal tunda	g/Hph	2,37

Analisa Sensitivitas Terhadap Perubahan Moneter
Karena pengaruh naik turunnya U\$S terhadap Rupiah

No.	Harga Solar		Harga Pelumas		Fixed Cost		Variable Cost		Total Cost		Selisih	Prosentase (%)
1	Rp	1.900,00	Rp	18.000,00	Rp	158.801.808,72	Rp	765.468.354,17	Rp	924.270.162,89	Rp -	
2	Rp	2.000,00	Rp	19.000,00	Rp	158.801.808,72	Rp	805.806.957,57	Rp	964.608.766,29	Rp 40.338.603,40	4,36
3	Rp	2.100,00	Rp	20.000,00	Rp	158.801.808,72	Rp	846.145.560,97	Rp	1.004.947.369,69	Rp 80.677.206,80	8,73
4	Rp	1.750,00	Rp	17.000,00	Rp	158.801.808,72	Rp	705.468.296,64	Rp	864.270.105,36	Rp 60.000.057,53	6,49
5	Rp	2.500,00	Rp	25.000,00	Rp	158.801.808,72	Rp	1.008.515.669,35	Rp	1.167.317.478,07	Rp 243.047.315,18	26,30



LAMPIRAN C
DATA – DATA KAPAL
PEMBANDING



No	NAMA KAPAL	PEMILIK	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)
1	Musi 30	PT RUKINDO	41,45	13,41	2,9	2
2	Kapuas 30	—	41,45	13,41	2,9	2
3	Mahakam 24	—	41,45	13,41	2,9	2
4	Irian Jaya	—	40	8	3,5	1,6
5	Kalimantan II	—	28	13	2,6	1,49
6	Merapi	—	48,1	14,66	4,1	2,4
7	Mahakam	—	41,71	13,19	2,8	1,9
8	Agung	—	48,1	14,66	4,1	2,88
9	Sulawesi II	—	24,5	8,56	2,76	1,7
10	Betuah	—	50	8,95	3,3	1,8
11	Musi 22	—	49	12,2	3,7	2,7
12	Seram	—	29,26	7,77	2,59	2,2
13	Halmahera	—	51	11	4	2,5
14	Timor	—	50,56	14,33	3,95	2,8
15	Flores	—	30,48	13,43	2,33	1,79
16	Sumbawa	—	27,02	9,62	2,75	2,412
17	Banda	—	20	9,5	2,5	1,6
18	Nias	—	44	8,75	3,3	2
19	Natuna	—	25	8	2,8	1,61
20	Lombok	—	39,93	11,68	3,1	1,98
			771,01	227,53	62,88	41,362

L/B	B/T	H/T	L/H
3,090976883	6,705	1,45	14,29310345
3,090976883	6,705	1,45	14,29310345
3,090976883	6,705	1,45	14,29310345
5	5	2,1875	11,42857143
2,153846154	8,724832215	1,744966443	10,76923077
3,281036835	6,108333333	1,708333333	11,73170732
3,162244124	6,942105263	1,473684211	14,89642857
3,281036835	5,090277778	1,423611111	11,73170732
2,862149533	5,035294118	1,623529412	8,876811594
5,586592179	4,972222222	1,833333333	15,15151515
4,016393443	4,518518519	1,37037037	13,24324324
3,765765766	3,531818182	1,177272727	11,2972973
4,636363636	4,4	1,6	12,75
3,528262387	5,117857143	1,410714286	12,8
2,269545793	7,502793296	1,301675978	13,08154506
2,808731809	3,988391376	1,14013267	9,825454545
2,105263158	5,9375	1,5625	8
5,028571429	4,375	1,65	13,33333333
3,125	4,968944099	1,739130435	8,928571429
3,418664384	5,898989899	1,565656566	12,88064516

n 20

L rata - rata 38,5505

B rata - rata 11,3765

H rata - rata 3,144

T rata - rata 2,0681

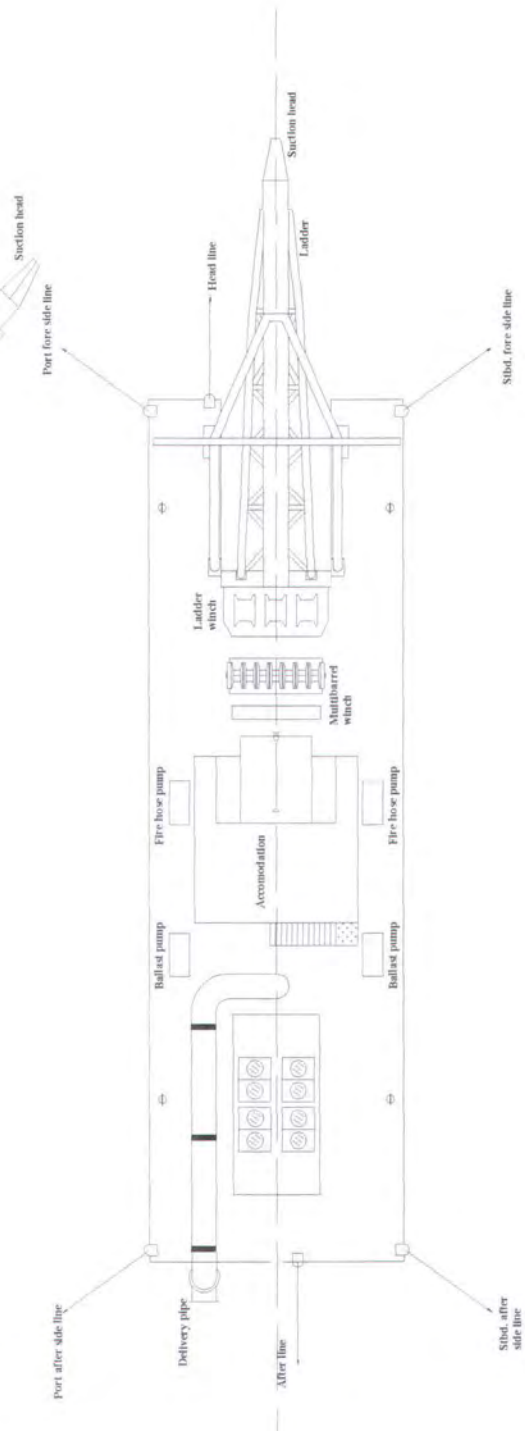
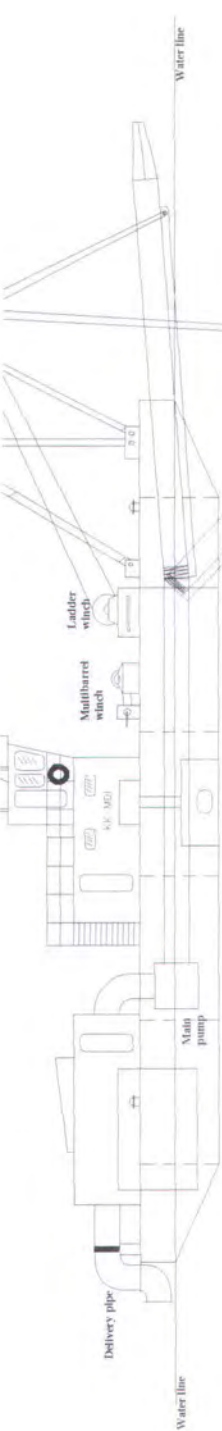
min 2,105263158 3,531818182 1,14013267 8

max 5,586592179 8,724832215 2,1875 15,15151515



LAMPIRAN D

GAMBAR RENCANA UMUM





LAMPIRAN E

PERHITUNGAN NPV

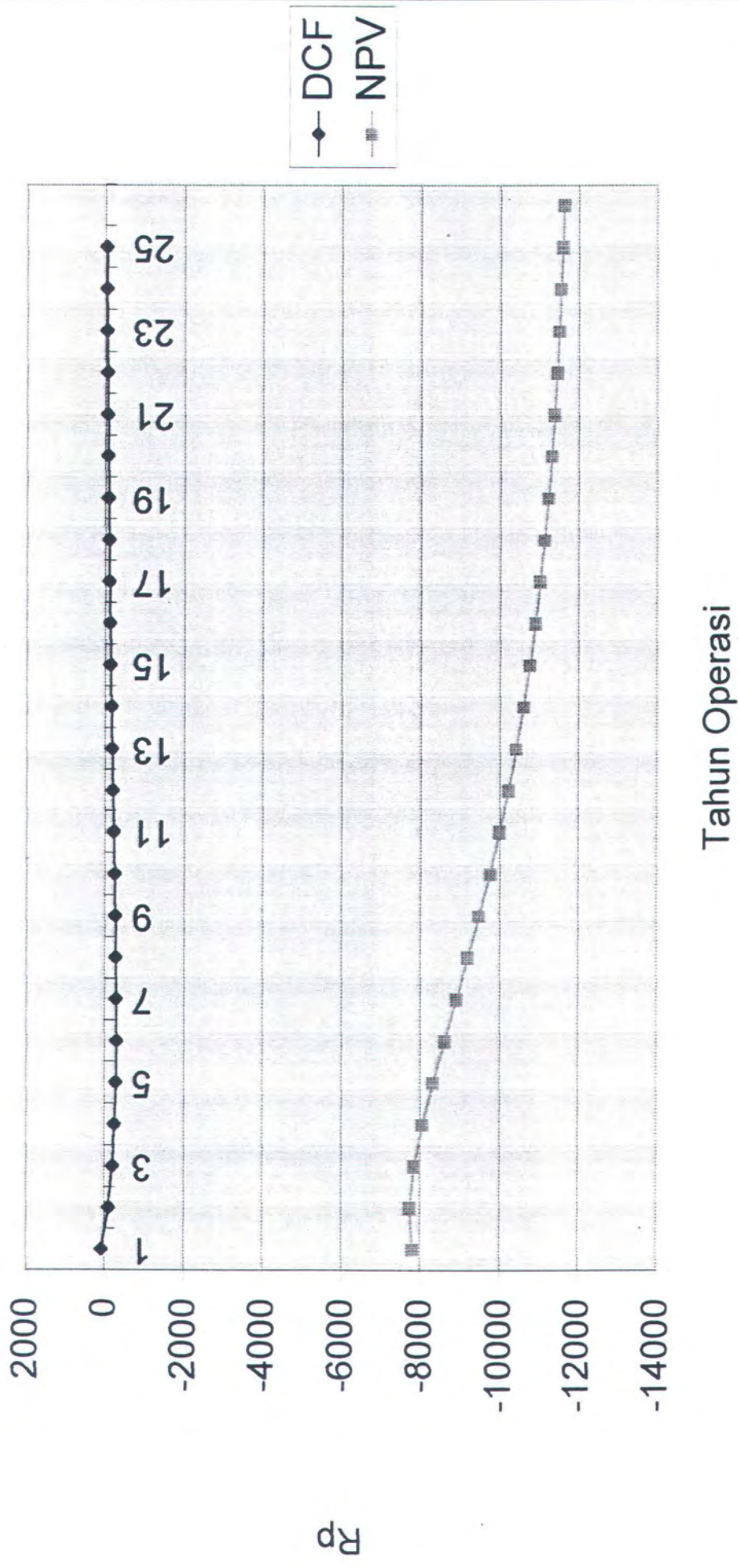
Administrasi	Rp	400 000
Total biaya sewa	Rp	11 568 337 500
Estimasi pengeluaran	Rp	11 091 242 075

Tabel Perhitungan NPV Kapal Keruk 1 proyek di Pontianak

no	notasi	Rumus	satuan	tahun ke -									
1	N			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Ro		Rp	0,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00
3	w	$0,0005 \cdot (1)^2 \cdot (2)$	Rp	0,00		23 136 675,00	52 057 518,75	92 546 700,00	144 604 218,75	208 230 075,00	283 424 268,75	370 186 800,00	468 517 668,75
4	x	$0,005 \cdot (1) \cdot (2)$	Rp	0,00	57 841 687,50	115 683 375,00	173 525 062,50	231 366 750,00	289 208 437,50	347 050 125,00	404 891 812,50	462 733 500,00	520 575 187,50
5	Yo		Rp	0,00	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64
6	y	$0,005 \cdot (1) \cdot (5)$	Rp	0,00	55 456 210,37	110 912 420,75	166 368 631,12	221 824 841,49	277 281 051,87	332 737 262,24	388 193 472,61	443 649 682,99	499 105 893,36
7	z	$0,025 \cdot (1)^0 \cdot (5)$	Rp	0,00	277 281 051,87	392 134 624,14	480 264 869,81	554 562 103,73	620 019 280,85	679 197 092,41	733 616 706,51	784 269 248,28	831 843 155,60
8	v	$(3) + (7)$	Rp	0,00	277 281 051,87	415 271 299,14	532 322 388,56	647 108 803,73	764 623 499,60	887 427 167,41	1 017 040 975,26	1 154 456 048,28	1 300 360 824,35
9	Yo - y	$(5) + (6)$	Rp	0,00	11 146 698 285,02	11 202 154 495,39	11 257 610 705,76	11 313 066 916,13	11 368 523 126,51	11 423 979 336,88	11 479 435 547,25	11 534 891 757,63	11 590 347 968,00
10	Ro - (x+y)	$(2) - ((4) + (8))$	Rp	0,00	11 233 214 760,63	11 037 382 825,86	10 862 490 048,94	10 689 861 946,27	10 514 505 562,90	10 333 860 207,59	10 146 404 712,24	9 951 147 951,72	9 747 401 488,15
11	A	$(10) - (9)$	Rp		-7 817 571 746,52	86 516 475,62	-164 771 669,53	-395 120 656,82	-623 204 969,87	-854 017 563,60	-1 090 119 129,30	-1 333 030 835,01	-1 583 743 805,90
12	I		%	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
13	FW	$1/(1 + (12))^t$		1,00	0,81	0,65	0,52	0,42	0,34	0,28	0,22	0,18	0,14
14	DCF	$(11) \cdot (13)$	Rp		-7 817 571 746,52	69 771 351,31	-107 161 595,69	-207 235 751,16	-263 599 248,26	-291 312 001,17	-299 877 477,97	-295 725 244,33	-283 342 321,62
15	NPV	$(15)_{N+1} + (14)$	Rp		-7 817 571 746,52	-7 747 800 395,21	-7 854 961 990,90	-8 062 197 742,06	-8 325 796 990,32	-8 617 108 991,49	-8 916 986 469,46	-9 212 711 713,79	-9 496 054 035,41

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00	11 568 337 500,00
578 416 875,00	699 884 418,75	832 920 300,00	977 524 518,75	1 133 697 075,00	1 301 437 968,75	1 480 747 200,00	1 671 624 768,75	1 874 070 675,00	2 088 084 918,75	2 313 667 500,00
578 416 875,00	636 258 562,50	694 100 250,00	751 941 937,50	809 783 625,00	867 625 312,50	925 467 000,00	983 308 687,50	1 041 150 375,00	1 098 992 062,50	1 156 833 750,00
11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64	11 091 242 074,64
554 562 103,73	610 018 314,11	665 474 524,48	720 930 734,85	776 386 945,22	831 843 165,60	887 299 365,97	942 755 576,34	998 211 786,72	1 053 667 997,09	1 109 124 207,46
876 839 675,90	919 637 210,51	960 529 739,62	999 751 050,22	1 037 490 695,93	1 073 904 896,10	1 109 124 207,46	1 143 259 064,83	1 176 403 872,41	1 208 640 084,04	1 240 038 561,69
1 455 256 550,90	1 619 521 629,26	1 793 450 039,62	1 977 275 568,97	2 171 187 770,93	2 375 342 864,85	2 589 871 407,46	2 814 883 833,58	3 050 474 547,41	3 296 725 002,79	3 553 706 061,69
11 645 804 178,37	11 701 260 388,75	11 756 716 599,12	11 812 172 809,49	11 867 629 019,87	11 923 085 230,24	11 978 541 440,61	12 033 997 650,99	12 089 453 861,36	12 144 910 071,73	12 200 366 282,11
9 534 664 074,10	9 312 557 308,24	9 080 787 210,38	8 839 119 993,53	8 587 366 104,07	8 325 369 322,65	8 052 999 092,54	7 770 144 978,92	7 476 712 577,59	7 172 620 434,71	6 857 797 688,31
-2 111 140 104,28	-2 388 703 080,51	-2 675 929 388,74	-2 973 052 815,96	-3 280 262 915,79	-3 597 715 907,59	-3 925 542 348,08	-4 263 852 672,06	-4 612 741 283,77	-4 972 289 637,03	-5 342 568 593,80
0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
-245 640 630,97	-224 142 201,31	-202 495 057,46	-181 434 853,07	-161 437 737,30	-142 791 247,89	-125 647 167,96	-110 061 022,30	-96 021 561,45	-83 472 688,28	-72 329 656,66
-10 007 594 188,49	-10 231 736 389,80	-10 434 231 447,26	-10 615 666 300,33	-10 777 104 037,63	-10 919 895 285,52	-11 045 542 453,49	-11 155 603 475,79	-11 251 625 037,24	-11 335 097 725,52	-11 407 427 382,18

Hasil Perhitungan NPV 1 Proyek



Estimasi pemasukan dari biaya sewa kapal keruk 1 proyek di Pontianak			1 m³	Rp	6.850
Biaya pengerukan	Rp	11.567.937.500	Volume keruk		1688750
Administrasi	Rp	400.000			
Total biaya sewa	Rp	11.568.337.500			
Estimasi pemasukan tambahan dari biaya sewa kapal keruk					
Pel Sintete					
Biaya pengerukan	Rp	4.114.418.250	1 m³	Rp	6.850
Administrasi	Rp	375.000	Volume keruk		600645
Total biaya sewa	Rp	4.114.793.250			
Pel Pemangkat					
Biaya pengerukan	Rp	2.740.000.000	1 m³	Rp	6.850
Administrasi	Rp	375.000	Volume keruk		400000
	Rp	2.740.375.000			

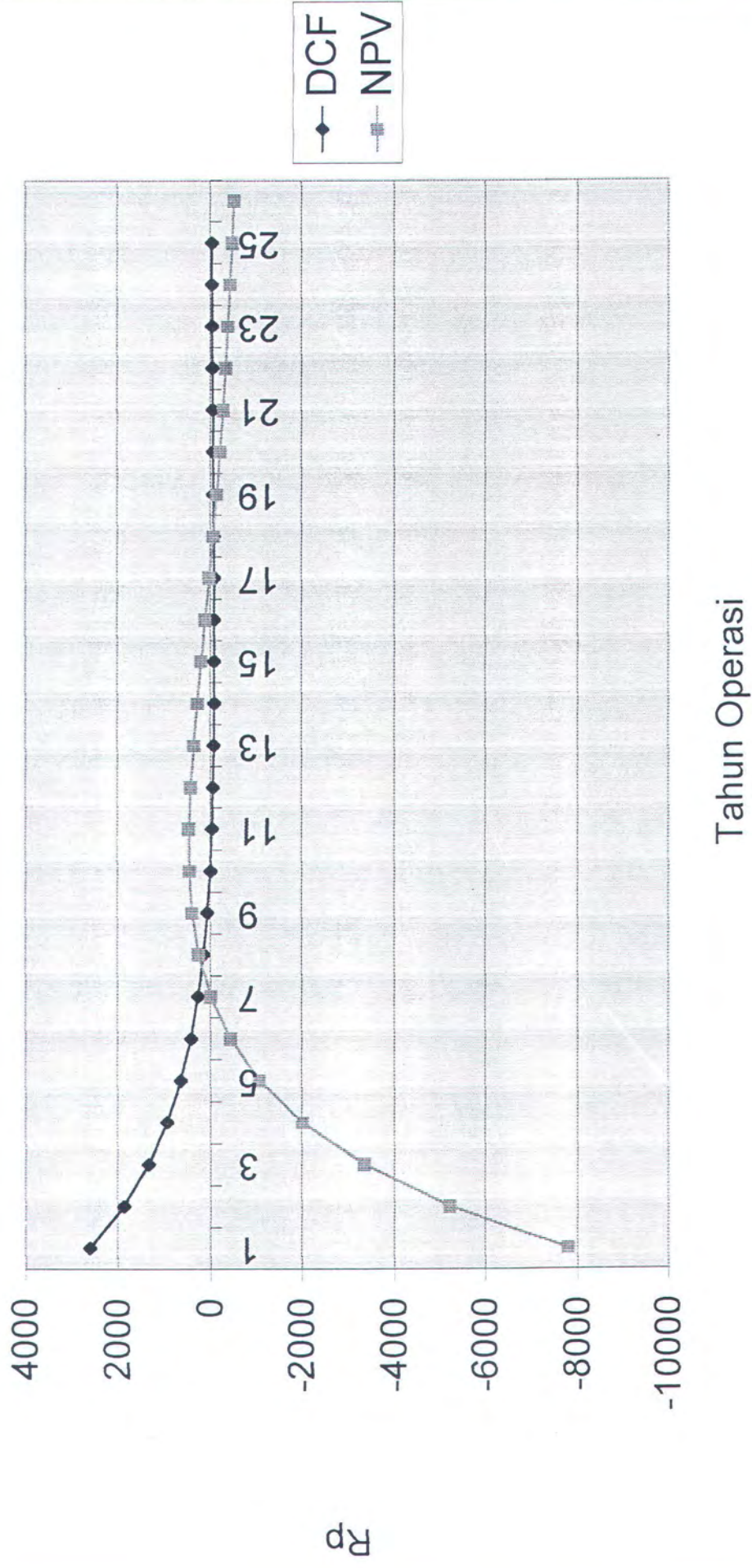
Nama Pelabuhan	Pemasukan	Pengeluaran
Pel Pontianak	11.568.337.500,00	11.091.242.075,00
Pel Sintete	4.114.793.250,00	2.187.667.119,34
Pel Pemangkat	2.740.375.000,00	1.387.309.925,29
Total	18.423.505.750,00	14.666.219.119,63

Tabel Perhitungan NPV Kapal Keruk 3 proyek di Pontianak, Sintete dan Pemangkat

no	notasi	Rumus	satuan	tahun ke -								
1	N			0	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Ro		Rp	0,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00
3	w	$0,0005 \cdot (1)^2 \cdot (2)$	Rp	0,00		36.847.011,50	82.905.775,88	147.388.046,00	230.293.821,88	331.623.103,50	451.375.890,88	589.552.184,00
4	x	$0,005 \cdot (1)^2 \cdot (2)$	Rp	0,00	92.117.528,75	184.235.057,50	276.352.586,25	368.470.115,00	460.587.643,75	552.705.172,50	644.822.701,25	736.940.230,00
5	Yo		Rp	0,00	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63
6	y	$0,005 \cdot (1)^5 \cdot (5)$	Rp	0,00	73.331.095,60	146.662.191,20	219.993.286,79	293.324.382,39	366.655.477,99	439.986.573,59	513.317.669,19	586.648.764,79
7	z	$0,025 \cdot (1)^5 \cdot (5)$	Rp	0,00	366.655.477,99	518.529.149,69	635.065.916,75	733.310.955,98	819.866.573,11	898.118.832,47	970.079.211,60	1.037.058.299,39
8	v	$(3) + (7)$	Rp	0,00	366.655.477,99	555.376.161,19	717.971.692,63	880.699.001,98	1.050.160.394,98	1.229.741.935,97	1.421.455.102,48	1.626.610.483,39
9	Yo - y	$(5) + (6)$	Rp	0,00	14.739.550.215,23	14.812.881.310,83	14.886.212.406,42	14.959.543.502,02	15.032.874.597,62	15.106.205.693,22	15.179.536.788,82	15.252.867.884,41
10	Ro - (x+v)	$(2) - [(4) + (8)]$	Rp	0,00	17.964.732.743,26	17.683.894.531,31	17.429.181.471,12	17.174.336.633,02	16.912.757.711,27	16.641.058.641,53	16.357.227.946,27	16.059.955.036,61
11	A	$(10) - (9)$	Rp	-7.817.571.746,52	3.225.182.528,03	2.871.013.220,48	2.542.969.064,70	2.214.793.131,00	1.879.883.113,65	1.534.852.948,31	1.177.691.157,46	807.087.152,20
12	i		%	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
13	PW	$1/[1 + (12)]^{(1)}$		1,00	0,81	0,65	0,52	0,42	0,34	0,28	0,22	0,18
14	DCF	$(11) \cdot (13)$	Rp	-7.817.571.746,52	2.600.953.651,64	1.867.204.227,68	1.333.754.880,20	936.799.018,97	641.242.680,64	422.217.919,89	261.264.027,91	144.393.270,30
15	NPV	$(15)_{t=1} + (14)$	Rp	-7.817.571.746,52	-5.216.618.094,88	-3.349.413.867,20	-2.015.658.987,00	-1.078.859.968,04	-437.617.287,40	-15.399.367,51	245.864.660,40	390.257.930,70

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00	18.423.505.750,00
746.151.982,88	921.175.287,50	1.114.622.097,88	1.326.492.414,00	1.556.786.235,88	1.805.503.563,50	2.072.644.396,88	2.358.208.736,00	2.662.196.580,88	2.984.607.931,50
829.057.758,75	921.175.287,50	1.013.292.816,25	1.105.410.345,00	1.197.527.873,75	1.289.645.402,50	1.381.762.931,25	1.473.880.460,00	1.565.997.988,75	1.658.115.517,50
14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63	14.666.219.119,63
659.979.860,38	733.310.955,98	806.642.051,58	879.973.147,18	953.304.242,78	1.026.635.338,37	1.099.966.433,97	1.173.297.529,57	1.246.628.625,17	1.319.959.720,77
1.099.966.433,97	1.159.466.427,03	1.216.058.647,82	1.270.131.833,51	1.321.995.126,33	1.371.899.177,63	1.420.050.560,05	1.466.621.911,96	1.511.759.263,97	1.555.587.449,08
1.846.118.416,85	2.080.641.714,53	2.330.680.745,70	2.596.624.247,51	2.878.781.362,20	3.177.402.741,13	3.492.694.956,93	3.824.830.647,96	4.173.955.844,84	4.540.195.380,58
15.326.198.980,01	15.399.530.075,61	15.472.861.171,21	15.546.192.266,81	15.619.523.362,40	15.692.854.458,00	15.766.185.553,60	15.839.516.649,20	15.912.847.744,80	15.986.178.840,40
15.748.329.574,40	15.421.688.747,97	15.079.532.188,05	14.721.471.157,49	14.347.196.514,05	13.956.457.606,37	13.549.047.861,82	13.124.794.642,04	12.683.551.916,41	12.225.194.851,92
422.130.594,39	22.158.672,36	-393.328.983,16	-824.721.109,31	-1.272.326.848,36	-1.736.396.851,63	-2.217.137.691,78	-2.714.722.007,16	-3.229.295.828,39	-3.760.983.988,47
0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
60.904.819,83	2.578.261,03	-36.907.736,61	-62.408.951,87	-77.645.588,25	-85.456.558,20	-87.996.903,00	-86.891.721,39	-83.356.444,87	-78.290.875,85
451.162.750,53	453.741.011,56	416.833.274,96	354.424.323,09	276.778.734,84	191.322.176,64	103.325.273,64	16.433.552,25	-66.922.892,62	-145.213.768,47

Hasil Perhitungan NPV 3 Proyek

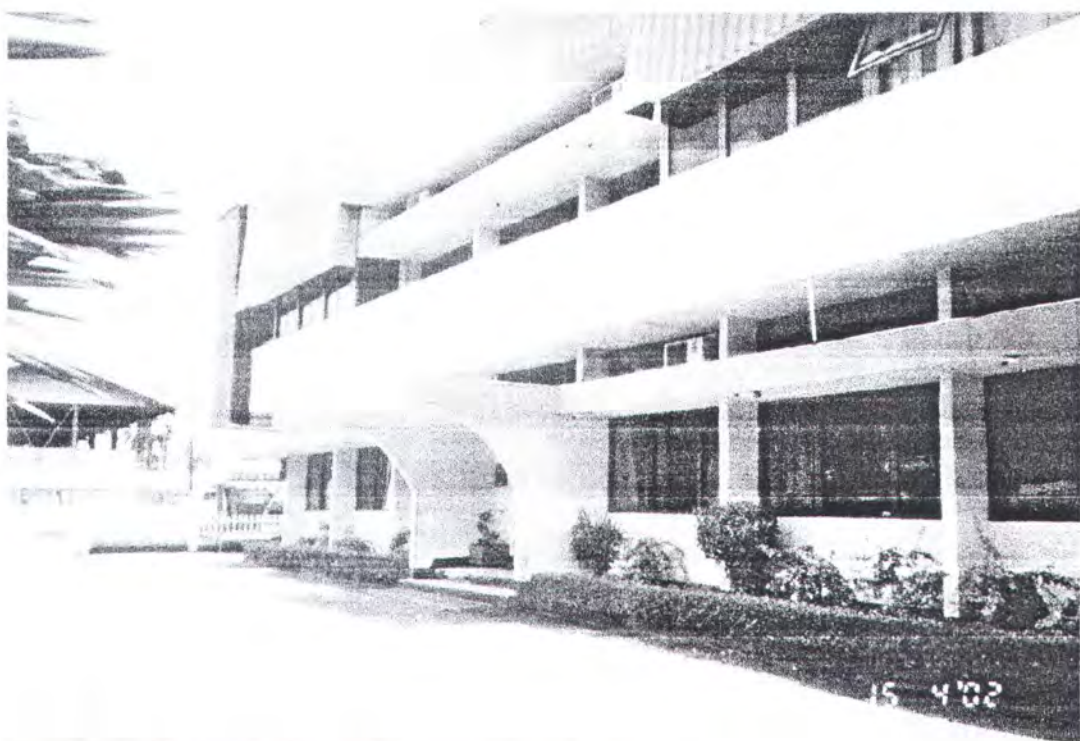




LAMPIRAN F

FOTO – FOTO SAAT SURVEI

DATA



Gambar 1. Kantor Pelindo II Cabang Pontianak



Gambar 2. Kantor Administrasi Pelabuhan di Pelabuhan Pontianak



Gambar 3. Salah satu kegiatan Kontainerisasi di Sungai Kapuas Pelabuhan Pontianak



Gambar 4. Pintu Utara masuk ke Pelabuhan Pontianak



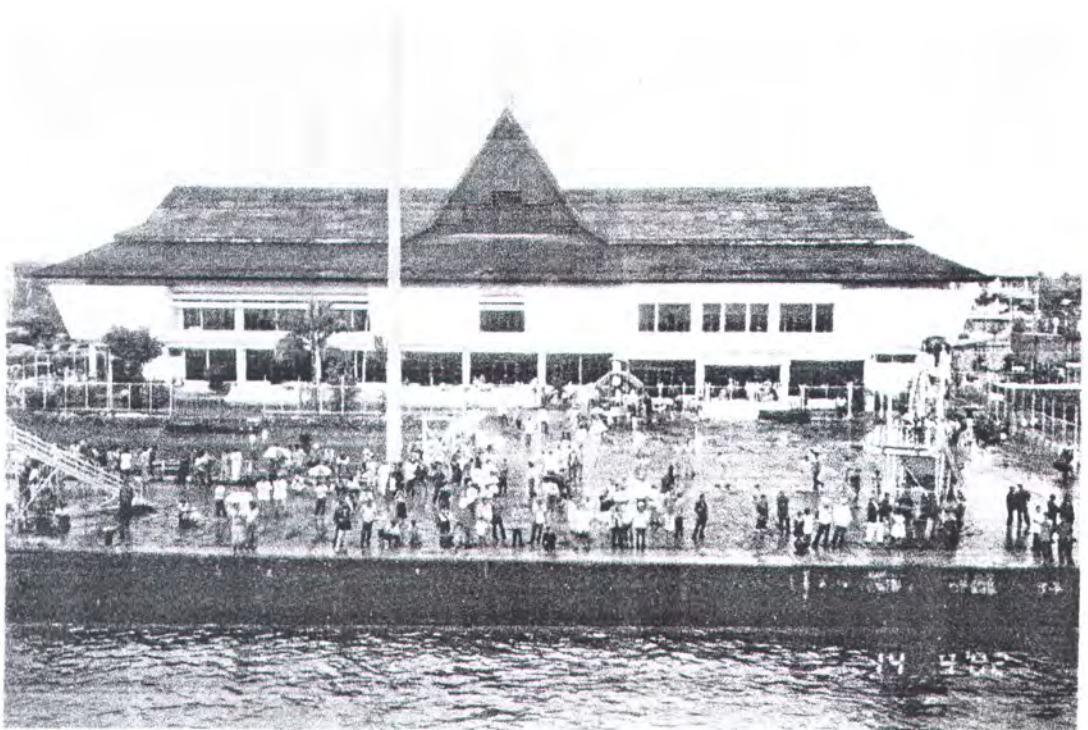
Gambar 5. Kondisi di tepian Sungai Kapuas sebelum masuk ke Pelabuhan Pontianak



Gambar 6. Tepian Sungai Kapuas sebelum Pelabuhan Pontianak



Gambar 7. Pintu Utama masuk Ke Pelabuhan Pontianak



Gambar 8. Kondisi Pelabuhan Pontianak saat menurunkan penumpang



LAMPIRAN G
DATA TAMBAHAN

329/222.



PERUSAHAAN PERTAMBANGAN MINYAK & GAS BUMI NEGARA

(PERTAMINA)

UNIT PEMASARAN V

Jalan Jagir Wonokromo 88 Surabaya - 60244

KOTAK POS 825 / Sb

SURABAYA 60000

ALAMAT KAWAT :

MINYAK INDONESIA SURABAYA

TELEPON : (031) 8492400

TELEX :

33148 - 33166

FACSIMILI :

8437534 - 8437537

Nomor : 1092 T5100/2002-S3

Surabaya, 31 Mei 2002

Lampiran :

Perihal : Harga BBM Per 01.06.2002

TO : Bpk ARDIAN,
FM : PANU/UMJ

Yang terhormat,

Perusahaan :

- Sektor Industri
- Sektor Transportasi

di

Tempat

Berdasarkan Surat Keputusan Direksi PERTAMINA Nomor : Kpis - 071/C00000/2002-S3 tanggal 30 Mei 2002, diberitahukan bahwa terhitung mulai tanggal 01 Juni 2002 jam 00 waktu setempat harga jual Eceran Bahan Bakar Minyak Sektor Industri dan Sektor Transportasi Ilok Instalasi / Depot PERTAMINA ditetapkan sebagai berikut

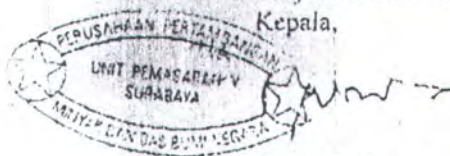
Jenis BBM	75% Harga Pasar (Rupiah / Liter)	Harga Pasar (Rupiah / Liter)	Harga Bunker International (US Cents / Liter)
1. Premium	-	1.750,00	-
2. Minyak Tanah	1.410,00	1.900,00	-
3. Minyak Solar (HSD)	1.400,00	1.900,00	20,20
4. Minyak Diesel (MDF)	1.390,00	1.870,00	19,90
5. Minyak Bakar (MFO)	1.150,00	1.550,00	16,50

Keterangan :

- Harga Pasar dan 75 % Harga Pasar sudah termasuk PPN 10 % dan Harga Bunker International tidak dikenakan PPN
- Harga Bunker International pembayarannya dapat dilakukan dalam USD Amerika atau dalam Rupiah dengan kurs konversi jual BI berlaku 1 (satu) hari sebelumnya

Demikian, agar menjadi maklum.

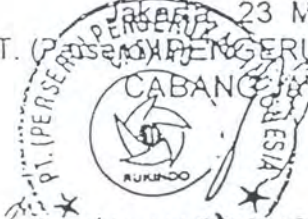
Penjualan Unit Pemasaran - V
Kepala,



Herry Sulistyo

Kiki Blum/ur

NO.	NAMA PROYEK PEKERJAAN	PEMBERI TUGAS	NOMOR TANGGAL	NILAI KONTRAK (Rp.)	JANGKA WAKTU PENYELESAIAN
1.	Pengerukan Alur Pelayaran 31.600 m3, tembok Penahan Gelombang Tanah 460 m di Kawasan Telok Air	Pemimpin Bag. Proyek Pemba- ngunan Basis Perikanan Jl. Perwira No. 49 A Telok Air	34/Proy.Pemb/BC/TV/84 14-Apr-84	1.141.975.000	
2.	Pengerukan Alur Pelabuhan Pontianak	PT. Pelindo II Cabang Pontianak	SPK NO. 102/JMI/III/90 13-Mar-90	1.852.025.000	180 Hari Kalender
3.	Pengerukan Lumpur di Pelabuhan Nipah Kuning	Pemimpin Bag. Proyek Prasarana Perikanan Kalimantan Barat	35a/Pras/Proy/VII/93 12-Jul-93	1.417.641.000	195 Hari Kalender
4.	Pengerukan Alur Pelabuhan Sintete	PT. Pelindo II Cabang Pontianak	SPK NO. 221/JMI/VII/1994 20-Jul-94	3.617.801.000	120 Hari Kalender
5.	Pengerukan Alur Pelayaran Pelabuhan Pemangkat	PT. Pelindo II Cabang Pontianak	37/KU.103/FASKESPEL JATENG V. 95 15-Sep-95	2.410.000.000	160 Hari Kalender

Jakarta, 23 Mei 2001
PT. (P)ERSEKUTIP ENGERUKAN INDONESIA
CABANG JAKARTA

Capri H. HARSONO KUSNI, MBA.
GENERAL MANAGER

POSISI DAERAH KERJA DAN KEPENTINGAN PELABUHAN PONTIANAK





FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

DAFTAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

a mahasiswa	: Saiful Machlumi
b.	: 4195100026
s diberikan	: Semester Gasal 2002 / 2003.
gal mulai tugas	: 04 September 2002
gal selesai tugas	: 24 Januari 2003
n Pembimbing	: 1. Ir. Koesowo Sastro Wiyono
	: 2.

tanggal	Uraian Kemajuan Tugas	Tanda Tangan
102 29	- Pengambilan tugas - Konsultasi survey ke lapangan	
102	- Bab I - Bab II - Evaluasi untuk ujian Progres	
102 1	- Bab III - Analisis teknis awal	
102 1	- Menghitung Volume keruk - Penilitian jenis & tipe kapal keruk yang sesuai	
103	- perancangan Rencana Umum Kapal Keruk & penambalan kemungkinan & paku untuk pemadam kebakaran	
103	- uraian tersendiri dan sub bab tentang pemupukan & sb pemupukan welding	

